Aldini's
galvanische Versuche.

Zweiter Band.

Theoretisch-praktischer Versuch über den Galvanismus.

Mit einer Reihe von Experimenten, welche in Gegenwart der Commissarien des National-Instituts und in verschiedenen anatomischen Sälen in London angestellt wurden,

von

Jean Aldini,
Professor der Universität zu Bologna,
Mitglied des National-Instituts der Italiänischen Republik, der galvanischen Societät und der Akademie der Wissenschaften zu Paris, der medicinischen Gesellschaften zu Paris und London, des Kunst-Athenäums, der Akademieen zu Bologna, Turin, Mantua u. s. w.

Mit Zusätzen und Anmerkungen bearbeitet

von

D. Franz Heinrich Martens,
Mitglied der gelehrten Gesellschaften zu Kassel, Halle, Erfurt, Jena, Paris und Doua im Departement du Nord.

Zweiter Band.

Mit Kupfern.

Leipzig, 1804
bey J. C. Hinrichs.

Einleitung.

Die Abhandlungen und Aufsätze, welche ich hier in diesem zweiten Theile bekannt mache, enthalten nur nähere Aufklärungen und gleichsam neue Entwickelungen meiner Versuche über den Galvanismus. Sie gehören folglich unmittelbar zu jenen und folgen ihnen unmittelbar als ein Theil dem Ganzen. Ich habe sie aus mehrern Ursachen besonders herausgegeben, von denen ich nur eine anführe. Ich glaube nämlich, daß mehrere in diesem Theile enthaltene Thatsachen noch genauer untersucht und mehr vergewissert werden müssen, ehe sie in ein förmliches Lehrgebäude aufgenommen werden können. Ich hielt es aber doch für zweckmäßig, diese neuen Untersuchungen den Gelehrten zur Prüfung vorzulegen, denn dies ist unstreitig das beste Mittel, ihnen das Zutrauen zu erwerben, welches sie nothwendig

haben müssen, um einst wirklich zur nähern Erläuterung der Wissenschaft benutzt werden zu können.

Es sey mir jetzt erlaubt, flüchtig die Thatsachen darzustellen, welche in diesem letzten Theile meines Versuchs über den Galvanismus enthalten sind. Ich hatte schon mehrere Versuche an der See angestellt, um die Schnelligkeit zu bestimmen, mit welcher der Galvanismus einen großen Raum im Wasser zu durchlaufen im Stande ist, und erst neuerlich habe ich hierüber wieder vergleichende Versuche in der Seine und Marne angestellt. Diese Beobachtungen deuten auf eine große Aehnlichkeit der Eigenschaften des Galvanismus und der gewöhnlichen Elektrizität hin und sind in der ersten Abhandlung enthalten.

In der zweiten habe ich mich bemüht, einige Aufklärung über die Theorie der thierischen Secretionen zu geben. Ich will mich weder auf die Versuche mehrerer Physiologen über das Drüsensystem, noch auf meine eignen berufen, um durch den Galvanismus die jetzt über die Secretionen vorhandenen Meinungen zu widerlegen, sondern ich will bloß Thatsachen darstellen. Auf diese habe ich meine eigene Meinung gegründet und nun überlasse ich es den Physikern und Physio-

logen, meine Vermuthungen zu zergliedern und ihr Urtheil darüber zu fällen.

In London habe ich aus menschenfreundlicher Absicht eine Reihe von Versuchen an einem Gehenkten unternommen und that dies mit desto größerer Sorgfalt, da dies die ersten Versuche dieser Art waren. In der dritten Abhandlung sind sie genau beschrieben. Ich habe den Galvanismus mit andern Reizmitteln verbunden, um das Verhältniß der gleichzeitigen Wirkung zu bestimmen, und genügende Resultate veranlaßten mich, diese Mittel in Verbindung beim Scheintode vorzuschlagen. Ich glaube, versprechen zu können, daß die Aerzte hierin eins der wirksamsten Mittel finden werden, um die fast erloschenen Lebenskräfte wieder anzufachen und aufs neue in Thätigkeit zu setzen. Obgleich der Galvanismus ein mit der thierischen Maschine verbundenes Princip ist; so steht es doch in unsrer Macht, seine Wirkung durch ein neues, aus der Physik entlehntes, Verfahren zu verstärken.

In der vierten Abhandlung kommt eine Zusammenstellung des Galvanismus mit dem Zitteraal, gymnotus electricus, silurus, in ihren verschiedenen Verhältnissen vor. Diese Thiere, welche diese Fähigkeit, die ihnen jedoch vielleicht nicht einmal ausschließlich zukommt, in dem vor-

züglichsten Grade besitzen, stellen wahre thierische Säulen dar, welche von der Natur zusammengestellt sind und mit unsern künstlichen galvanischen Apparaten ähnliche Erscheinungen darstellen. Dieser Gegenstand war Galvani's Untersuchungen würdig, und wirklich beschäftigte er sich in den letzten Tagen seines Lebens noch mit den scharfsinnigsten Versuchen, welche vielleicht eines Tages im Stande sind, die größten Probleme des thierischen Lebens aufzulösen. Ich freue mich, hier seine Versuche beschreiben und sie mit dem gegenwärtigen Zustande unsrer Kenntnisse in Verbindung setzen zu können, woraus sich für die Zukunft allgemeine Folgerungen ziehen lassen.

In einem andern Aufsatze habe ich die Leitungsfähigkeit der Flamme, die Erscheinungen der elektrischen Anziehung und Abstoßung und die verschiedenen Formen, welche der Körper durch die verschiedenen Elektrizitäten bekommen, untersucht, und habe mich zuletzt mit der Construktion einer neuen Leidner Flasche beschäftigt. Diese Abhandlung, welche Galvani schon 1797 dem Publikum am Ende seiner damals herausgegebenen Schrift bekannt machte, erscheint hier aufs neue mit mehrern Beobachtungen über die Flamme vermehrt, welche ich in Oxford mit dem Professor Christoph Pegg und in London

mit Herrn Culthbertson gemeinschaftlich anstellte.

Aus der Geschichte des Galvanismus wird jedem Sachverständigen erinnerlich seyn, daß man die Zusammenziehungen der Muskeln einzig und allein durch die Wirkung der thierischen Elektrizität erklären wollte. Ich erfuhr diese Umänderung in Galvani's System gerade zu einer Zeit, als ich an einem sehr heftig asthenischen Fieber litt. Nachdem ich durch seine Bemühungen wieder auf den Weg der Besserung gelangt war, beschäftigte ich mich ohne Unterlaß mit der Vertheidigung einer Lehre, welcher ich, ungeachtet der vielen Angriffe, doch gänzlich zugethan blieb. Ich war daher sehr erfreut, zu gleicher Zeit die Wahrheit vertheidigen und meinem Freunde einen Beweis meiner Dankbarkeit geben zu können. Ich machte deshalb 1794 öffentlich bekannt, daß man durch die Berührung mit einem einzigen Metalle Muskelzusammenziehungen hervorbringen könne, und daß dieselben auch durch die Anwendung zweier heterogener Metalle, deren Elektrizität vorher ins Gleichgewicht gesetzt ist, erregt werden können. Die Reihe meiner Versuche befindet sich in der von Herrn Dessaix aus dem Lateinischen übersetzten und mit vielen Anmerkungen bereicherten Abhandlung. Ich bezeuge hier den Herren Rein-

hold und v. Humboldt meinen Dank, daß sie meine Arbeit durch eine große Reihe interessanter Versuche und Beobachtungen unterstützt und bereichert haben.

Zuletzt folgen die Versuche, welche ich im Beiseyn mehrerer Mitglieder der galvanischen Gesellschaft in der Thierarzneischule zu Alfort in der Absicht unternommen habe, um die Wirkungen des Galvanismus auf größere Thiere zu bestimmen. Noch habe ich einige Aufsätze und Briefe hinzugefügt, welche Bezug auf den Galvanismus haben, und welche mir von mehrern Gelehrten, die mich bey meinen Arbeiten unterstützten, mitgetheilt worden sind.

Erste Abhandlung.

Ueber den Durchgang des Galvanismus durch einen Theil des Weltmeers und durch einige Flüsse.

Die genauen Verhältnisse zwischen den Wirkungen des Galvanismus und der gewöhnlichen Elektrizität erforderten auch eine genaue Untersuchung der Wirksamkeit des Galvanismus durch eine große Wasserfläche. Die Versuche, welche im Genfer See von den beiden berühmten Brüdern de Luc mit der gewöhnlichen Elektrizität angestellt wurden, und die der englischen Physiker an der Themse, wo in beiden Fällen dieses Fluidum eine große Strecke lang durch das Wasser geleitet wurde, veranlaßten mich, ähnliche Versuche, aber nicht in einem See oder Flusse, sondern selbst im Meere zu unternehmen, so daß der galvanische Strom durch das Wasser geleitet werden sollte.

Mehrere berühmte Physiker, denen ich mein Vorhaben mittheilte, gaben mir ihre Zweifel zu erkennen. Sie glaubten nämlich, daß eine so große Wasserfläche das Leitungsvermögen aufheben, die Kraft schwächen, oder auch die Wirksamkeit ganz verhindern könnte.

Meine Reise nach Calais gab mir die passendste Gelegenheit, durch die Erfahrung selbst alle diese Einwürfe zu widerlegen.

Herr Sept-Fontaines, dessen Kenntnisse in der Physik bekannt sind, erzeigte mir die Ehre, mich zu unterstützen und mein Vorhaben zu erleichtern. Herr Chely (officier de santé) bereitete alle zu diesem Zwecke dienende Instrumente und Herr Debaudre Ingenieur des Hafens ordnete alles an, um die Leitungsbogen auf die zweckmäßigste Art zu verbinden.

Zur bessern Erlangung unsers Zwecks mußten wir alle günstigen Umstände zu vereinigen suchen. Den 27sten Februar war bey hellem schönen Wetter das Meer durchaus ruhig, es blies ein sanfter Südwest. Die Temperatur des Meers war 8, 6° auf dem Thermometer von 100°, die Atmosphäre 9, 7°, der Barometer 771, 5 Millimeter.

Vorbereitung des galvanischen Apparats.

Das Fort-Rouge und das Westwerft schienen mir zwey sehr schickliche und bequeme Plätze, um den Galvanismus durch den zwischen beiden befindlichen Raum des Meers, welches hier zwar ruhig aber auch sehr tief war, durchgehen zu lassen. Eine galvanische Säule von achtzig Zink-Silberplatten wurde auf dem äußersten Ende des Westwerfts auf ein isolirtes Gestell gesetzt und die Thiere, auf welche sich die galvanische Einwirkung zeigen sollte, befanden sich am Fort-Rouge. Die galvanische Kette ging durch den Zwischenraum unter dem Wasser fort und bestand aus drey Messingdräthen, welche auf folgende Weise placirt waren.

Der erste Drath ging von dem untern Ende der Säule und wurde durch einen isolirenden Griff gerade ins Meer, ungefähr drey Klafter tief, hinabgesenkt.

Der zweite Drath ging vom obern Ende der Säule ungefähr zwey bis drey Meter über die Oberfläche des Wassers horizontal bis zum Fort-Rouge hinüber.

Der dritte Drath ging in einem Winkel gleichfalls isolirt, wie der erste hinüber.

Erster Versuch.

Nachdem der Apparat so vorgerichtet war, berührte ein Mensch auf dem Fort-Rouge den zweiten und dritten Drath und schloß auf diese Weise die galvanische Kette, wobey er eine heftige Erschütterung fühlte; wenn man aber auch eben getödtete Thiere in die Kette brachte, so zeigten diese gleichfalls eine äußerst starke Zusammenziehung. Wir schlossen also aus diesem Versuche, daß das Wasser, welches sich zwischen der Säule und dem berührten Thiere befindet, unwiderleglich einen Theil der galvanischen Kette ausmache. Die Entfernung der Säule und des Thieres betrug ungefähr 50 Meter (ungefähr 150 bis 155 Pariser Fuß. M.)

Ich gestehe frey, daß wir bey der Wiederhohlung dieses Versuchs fanden, daß es zur Erhaltung und Empfindung der Erschütterung nicht nothwendig sey, beide Leitungsdräthe mit den Händen zu fassen, sondern daß man bloß den vom obern Säulenende abgehenden Drath zu berühren brauchte. Diese anscheinende Anomalie machte mich anfangs in dem Resultate meiner Untersuchungen irre, auch vermuthete man, daß die vorher empfundenen Erschütterungen unabhängig von der Mittheilung des Meers wären übergeleitet worden und es war also durchaus

nothwendig, durch neue Versuche diese Zweifel zu entfernen.

Zweiter Versuch.

Ich versuchte einzeln die Leitungsdräthe und fand, daß derjenige, welcher durchs Meer ging, nie die geringste Erschütterung gab. Ich nahm darauf den vom obern Säulenende abgehenden in die andre Hand, und da ich auf diese Weise die Wirkung ins Gleichgewicht gebracht hatte, fühlte ich den Stoß, welches also deutlich beweiset, daß das galvanische Princip vom untern Ende der Säule ausströmt und so durch das Meer durchgeht.

Dritter Versuch.

Herr Sept-Fontaines schlug vor, den vom obern Ende der Säule nach dem Fort-Rouge übergehenden Messingdrath bis dicht über die Oberfläche des Wassers herabzusenken. Die Wirkung der Säule hörte augenblicklich auf und erschien auch sogleich wieder, wenn der Leitungsdrath in seine vorige Lage gebracht wurde. Folglich hinderte weder die große Wassermenge, noch die durch die Ebbe und Fluth hervorgebrachte Bewegung des Meers die Fortleitung des Galvanismus.

Es ist evident, daß, obgleich die oben beschriebenen Versuche mit denen analog sind, die ehemals mit der Leidner Flasche in Seen und Flüssen angestellt wurden, sie doch in ihrer Art neu sind und also auch etwas zur genaueren Bestimmung der Aehnlichkeit des galvanischen und elektrischen Princips beitragen könnten und ich hoffe sogar, daß, wenn diese Versuche mit Sorgfalt verfolgt und weiter ausgebildet werden, sie zu sehr interessanten physikalischen Kenntnissen führen könnten.

Vierter Versuch.

Nach diesen auf dem Fort-Rouge gemachten Beobachtungen gingen Herrn Sept-Fontaines und ich auf das Westwerft, um die Wirksamkeit der Säule außer Verbindung mit dem Meere zu untersuchen, und wir fanden eine weit lebhaftere und stärkere Erschütterung und sahen folglich, daß die Intensität der Wirkung doch durch den Durchgang durchs Meer geschwächt werde. Es läßt sich vermuthen, daß, wenn die Fortleitung durch das Wasser allmählig vermehrt wird, so daß sich ein immer größerer Raum zwischen der Säule und den Enden der Leitungsdrähte befindet, man nur eine äußerst geringe Wirkung und endlich gar keine mehr empfinden wird; jedoch muß dieses maximum der Entfernung erst

erst durch neue Beobachtungen ausgemittelt werden. Auch muß die Verschiedenheit der Fortleitung des Galvanismus und der gewöhnlichen Elektrizität erst durch weitere Versuche ausgemittelt werden.

Anmerk. Bey der ersten Entdeckung der Leidner Flasche machten die Brüder de Luc einen sehr schönen Versuch zu Genf in den unterirrdischen Wasserleitungen, durch welche das Wasser aus der Rhone bis zum höchsten Theil der Stadt, ungefähr 140 Fuß hoch, gehoben wird; hier bildet es ein Bassin und geht von da in die öffentlichen Brunnen. Wenn nun ein isolirter Messingdrath mit einer Oberfläche der Leidner Flasche in Verbindung gesetzt wurde, während man mit der andern Fläche das Wasser berührte; so fühlte man die Erschütterung sehr stark, wenn man mit einer Hand das Ende des Messingdraths und mit der andern das Wasser berührte. Ein ähnlicher Versuch wurde nachher zu London angestellt, indem der metallische Theil des Bogens über die ganze Westminster Brücke geführt wurde, so daß die Themser ihrer Breite nach, den feuchten Theil des Bogens ausmachte. Diese Versuche wurden auch zu Paris wiederhohlt.

Fünfter Versuch.

Ich bemerkte, daß das von der Fluth noch feuchte Ufer des Meers den Galvanismus auf eine sehr große Strecke fortleitete. Ich habe meine Versuche in dieser Hinsicht sehr oft mit Herrn Bastide, Arzte zu Calais wiederhohlt und er wollte die Erschütterung so stark bekommen haben, daß er sie noch den folgenden Tag fühlte.

Sechster Versuch.

Durch folgendes Verfahren verstärkte ich noch die Wirksamkeit des Galvanismus in dem vorigen Versuche. Ein isolirter Messingdrath wurde mit dem obern Ende der Säule verbunden, deren unteres Ende ins Wasser getaucht war. Wurde nun der Messingdrath hundert Fuß und noch weiter bis in ein Glas mit Salzwasser fortgeleitet, welches Jemand in der Hand hielt; so fühlten die Personen, wenn ihre Füße vom Seewasser etwas feucht waren, sehr bestimmt die Erschütterung, wenn sie mit der Hand das in dem Gefäß enthaltene Wasser berührten.

Ich behalte mir vor, an einem andern Orte die Umstände und Modifikationen dieses Versuchs weiter zu erörtern, wo ich zugleich die Resultate der Wirkung der galvanischen Atmosphäre

zeigen und auseinandersetzen will, welche sich zeigt, wenn man das untere Ende der Säule ins Wasser taucht und sie dann in verschiedenen Entfernungen auf thierische Körper einwirken läßt. Ich habe neulich einen vergleichenden Versuch der galvanischen Gesellschaft vorgelegt, welche diesen Zweig der Wissenschaften mit so vorzüglichem Eifer cultivirt.

Ich gehe jetzt zu einigen vergleichenden Versuchen über, welche im bloßen Wasser angestellt wurden. Nachdem ich von Calais zurückgekehrt war, stellte ich einige auf der Seine an und beobachtete in Ansehung der Fortleitung des Galvanismus keine große Verschiedenheit von dem Seewasser. Ich hatte mir vorgenommen, diese Modifikationen genauer zu bestimmen, als ich bey meiner Reise nach Alfort Gelegenheit hatte, diese Versuche in der Marne zu wiederhohlen. Das Wasser des Flusses war ruhig, der Apparat war zu allen Versuchen gehörig vorgerichtet und ein Schiffchen stand zur Unterstützung derselben bereit. Unter diesen Verhältnissen stellte ich den 2ten Mai in Gegenwart der Herrn Chabert, Direktors der Thierarzneischule zu Alfort, der Gebrüder Godin und mehrerer Lehrer und Zöglinge dieses Instituts folgende Versuche an.

Siebenter Versuch.

Ich stellte die aus hundert Zink- Kupferplatten bestehende Säule auf ein isolirtes Bret am Ufer des Flusses. Ein Leitungsdrath ging vom untern Ende der Säule in den Fluß, dahingegen ein isolirter Messingdrath von ungefähr dreihundert Fuß über den Fluß ging. Eine isolirte Person faßte diesen in die eine Hand, berührte mit der andern vermittelst eines Metallstäbchens das Wasser und fühlte in diesem Augenblicke eine sehr auffallende Erschütterung.

Achter Versuch.

Ich wiederhohlte den Versuch so, daß ich statt des Metalldraths einen mit Salz- oder Flußwasser befeuchteten hanfnen Strick nahm. Der Galvanismus wirkte hier eben so, aber die Schnelligkeit der Durchströmung schien etwas vermindert. Wenn man den Leiter, der in den Fluß ging oder auch den andern von der Säule trennte; so zeigten sich die galvanischen Erschütterungen niemals, woraus denn nothwendig folgt, daß das Fluidum durch das Wasser des Flusses mit großer Schnelligkeit durchströmen mußte.

Neunter Versuch.

Ich wollte die gleichzeitige Zusammenziehung des Kopfs und Rumpfs eines eben getödteten

Spürhundes versuchen. Beide Theile waren ungefähr sechshundert Fuß von einander entfernt. Zu diesem Ende ging ein isolirter Leiter vom obern Säulenende an dem Flusse hin und wurde durch gläserne Stützen getragen, sein Ende wurde an den Extremitäten des Thieres befestigt, so daß, wenn der Leitungsdrath niedergesenkt wurde, das entblößte Rückenmark mit dem Flußwasser in Berührung kam. Ein ähnlicher Leitungsdrath ging vom untern Ende der Säule an die Halsmuskeln des Hundes, die am Kopfe geblieben waren. Die Zunge hing weit aus dem Rachen hervor. Nachdem der Apparat so vorgerichtet war, wurde auf einer Seite das Rückenmark und auf der andern die Zunge mit dem Wasser in Berührung gebracht, und ungeachtet der großen Entfernung, sah ich doch zu gleicher Zeit sehr merkliche Zusammenziehungen in dem Kopfe und Rumpfe des Hundes.

Zehnter Versuch.

Ein Eisendrath, ungefähr dreihundert Fuß lang und eins und ein halb Centimeter dick (ein Centimeter ist nach le Veaux Dict. 4,434 Pariser Linien) der durch isolirende Stützen gehalten wurde, so daß er ungefähr drey Fuß hoch über den Fluß weglief, hielt an einem Ende einen gewöhnlichen eisernen Schlüssel und an der

andern Seite einen präparirten Frosch, dessen entblößte Nervi ischiadici mit einer Armatur von Zinn umwickelt waren. In dem Augenblicke, da der Frosch die Oberfläche des Wassers mit der Armatur die Nerven berührte, wurde zugleich ein Theil des Schlüssels in die Marne getaucht und man sah sehr deutliche Zusammenziehungen in den Muskeln des Frosches. Wenn der Schlüssel nicht das Wasser berührte und auch der Frosch oder die Armatur der Nerven hineingetaucht wurden, so war es doch nicht mehr möglich, eine Zusammenziehung hervorzubringen, weil in diesem Falle die Kette unterbrochen war und kein Kreis geschlossen wurde, durch welchen der Galvanismus, wie gewöhnlich, durchströmen konnte.

Eilfter Versuch.

Um jede Vermuthung der Gegenwart einer mechanischen Reizung aus dem vorigen Versuche noch mehr zu entfernen, verband ich mehrere Frösche so unter einander, daß das Rückenmark des erstern bloß mit einem einfachen Drath an den Muskeln des zweiten verbunden wurde u. s. w. Es waren auf diese Weise nur zwey Armaturen vorhanden, nämlich das Zinn am Rückenmarke des letzten Frosches und das Ende des Metalldrathes an den Muskeln des ersten, von welchen

die andern senkrecht herabhingen. Nachdem die Verbindung zwischen den beiden Armaturen und dem Wasser auf diese Weise geschlossen war, zogen sich alle Frösche zusammen, obgleich die mechanische Bewegung bloß bey dem ersten Statt finden konnte.

Zwölfter Versuch.

Ich setzte die Muskeln und Nerven eines Frosches durch ein hanfnes Band von ungefähr neunzig Fuß Länge in Verbindung, welches mit einer starken Salzauflösung befeuchtet war, so daß im ganzen Bogen und auch an den Nerven und Muskeln durchaus kein Metall befindlich war. Die Zusammenziehungen zeigten sich aber demungeachtet bey der bloßen Berührung der Nerven und Muskeln durch das Band. Auf diese Weise zwang ich eine thierische Flüssigkeit, einen gewissen Raum zu durchlaufen und ich konnte die Schnelligkeit des Laufs auf eine andre Weise bestimmen, als es die Physiologen bis jetzt konnten.

Aus allen diesen Versuchen sieht man, daß der Galvanismus eben so, wie die Elektrizität, mit sehr großer Schnelligkeit die Leitungsbogen durchströmt, welche entweder aus dem Wasser eines Flusses oder des Meeres oder ähnlicher Substan-

zen bestehen. Diese Schnelligkeit ist verschieden nach der verschiedenen Stärke des Apparats, dessen man sich bedient, und nach der Leichtigkeit der Körper, welche den Galvanismus fortleiten sollen. Diese Verschiedenheiten lassen sich aber wohl nicht ohne große Mühe durch Versuche bestimmen.

Die Versuche des Prof. Vassalli, welche kürzlich bekannt gemacht worden sind, unterstützen und bestätigen meine Beobachtungen. Er nahm goldne Schnüre, die eine Linie dick und sechs und vierzig Pariser Fuß lang waren und er maß nach der Lichterscheinung die Zeit, in welcher der galvanische Strom sie durchlief mit einer Secundenuhr. Mehrere wiederhohlte Versuche überzeugten ihn und seine Freunde, daß das Fluidum, einer Säule von fünf und dreißig Zink-Kupferplatten mit eben so vielen in Salzwasser getauchten Tuchscheiben in einer Secunde ungefähr sechs und vierzig Pariser Fuß durchläuft.

Er wiederhohlte den Versuch in seinem physikalischen Kabinette mit einem etwas stärkern Golddrath, welcher vier und sechzig Meter (hundert zwey und neunzig Fuß) lang war und mit einer Säule von funfzig Plattenpaaren, und er fand, daß die Schnelligkeit, mit welcher das galvanische Fluidum diese Strecke durchläuft, mit

einem Pendel, welcher in der Secunde zwey Schwingungen macht, nicht gemessen werden kann *)

Vassalli ließ den Strom des positiven Pols einer Säule aus funfzig Platten paarweise durch das Wasser gehen, indem er auf seinen Tisch eine Rinne von sechs und dreißig Fuß mit Wasser füllte. Er empfand fast gar keine Erschütterung, obgleich er zu eben der Zeit mit einem Golddrathe den negativen Pol der Säule berührte. Nachdem er jedoch dieses Wasser mit einer starken Salzauflösung vermischt hatte, war die Erschütterung sogleich im Augenblicke der Berührung lebhafter.

Diese Erscheinung stimmt mit meinen am Meere angestellten Versuchen überein, (denn die salzigen Bestandtheile vermehren die Stärke des Galvanismus augenscheinlich. M.)

Man könnte diese Vermehrung der Energie vielleicht so erklären, wenn man annimmt, daß der negative Pol der Säule aus der großen Wassermasse eine größere Quantität des Galvanismus anzieht. Auf diese Weise bemerkt man

*) Bibliothéque italienne, par MM. Giulio, Giobert, Vassalli-Eandi et Rossi Vol. I. No. 2. Turin an XI.

den Grund der schwächern galvanischen Wirkung, wenn die Verbindung mit dem Meere nicht mehr Statt findet. So wie bey der Leidner Flasche die Quantität des Fluidums mit der Größe der äußern Armatur in Verhältniß steht, so verspricht die Analogie auch ähnliche Resultate mit dem galvanischen Apparat *). Ich glaube, es würde nützlich seyn, die Verschiedenheit der Elektrizität und des Galvanismus zu untersuchen, wenn nämlich die negative Seite beider mit dem Seewasser in Verbindung gesetzt würde.

Ich behalte mir vor, nach angestellten vergleichenden Versuchen die nähern Umstände und Modifikationen weiter auseinanderzusetzen. Fürs erste muß man die Versuche an der See und in Flüssen auf größere Entfernungen ausdehnen, um die kleinen Verschiedenheiten, welche von der Verschiedenheit der den Galvanismus fortleitenden Körper abhängen, genauer bestimmen zu können.

Man sehe die erste Tafel.

*) Ich finde diesen Vergleich nicht passend, vielleicht möchte wohl, wie ich schon oben sagte, die Ursache mehr in der Zumischung des Salzes seinen Grund haben.

M.

Zweite Abhandlung.

Vermuthungen über die Wirkung des Galvanismus auf die thierischen Secretionen.

Die Theorie der thierischen Secretionen, welche eine große Anzahl physiologischer Probleme und Fragen veranlaßt hatte, scheint durch die neuerdings mit dem Galvanismus angestellten Versuche die Aufklärung zu gewinnen, welche man bis jetzt vergebens von der Anatomie, der Chemie und der Heilkunde erwartete.

Man wuße schon seit langer Zeit, daß die elektrische Erschütterung den Blutumlauf beschleunigt und gleichsam spezifisch auf das Muskelsystem; aber man kannte doch die Erscheinungen nicht, welche die Elektrizität auf die absondernden Organe und auf die im thierischen Körper befindlichen Flüssigkeiten hervorbringt.

Die galvanische Säule zeigt uns eine sehr kräftige Einwirkung auf den thierischen Körper,

so daß sie in Ansehung der Stärke der Wirkung die Elektrisirmaschine bey weitem übertrifft.

Einige Physiker finden die Behauptung sonderbar und wohl gar etwas lächerlich, daß die verschiedenen thierischen Flüssigkeiten durch eine galvanische Kraft aus dem Drüsensysteme ausgesondert werden. Diese Kraft hat nun ihren Sitz entweder in den Drüsen selbst, oder in dem durch dieselben gehenden Blute, oder endlich in den sie umgebenden und durchkreuzenden Nervenzweigen. Wenn man aber die am thierischen Körper mit verschiedenen galvanischen Apparaten angestellten Versuche unparteiisch untersucht, wenn man die scharfsinnigen Hypothesen meines eifrigen Mitarbeiters Mojon in der der galvanischen Gesellschaft zu Paris vorgelesenen Abhandlung durchdenkt; so wird man doch finden, daß diese neue Theorie mehrere Vorzüge vor den alten von Helmont, Willis, Descartes und andern Physiologen aufgestellten Theorien hat.

Larcher Daubancourt untersuchte mit dem Tassenapparate mehrere thierische Flüssigkeiten und beobachtete verschiedene Veränderungen an denselben. Aus dem Urin z. B. präcipitirte sich urinöses Salz (de l'urée), aus der Galle und der Milch Eyweißstoff u. s. w. Ich habe auch in mehrern gelehrten Gesellschaften zu Pa-

ris und London durch Versuche bewiesen, daß aus dem Urin verschiedene salzige und verdichte Theile niedergeschlagen werden und daß auch die Galle beträchtlich verändert wird.

Larcher hat überdem noch bemerkt, daß die Flüssigkeiten, welche er der galvanischen Einwirkung aussetzte, nicht in Fäulniß übergingen. Diese Erscheinung läßt ihn vermuthen, daß dem Galvanismus eine antiseptische Kraft zugeschrieben werden könne; da diese Vermuthung aber mehreremale in einen physisch-medicinischen Grundsatz verwandelt und als solcher bey faulichten Krankheiten angewendet ist, da es aber, meiner Meinung nach, sehr gefährlich ist, eine selbst an Leichnamen noch so ungewisse Theorie an lebenden Subjekten anzuwenden, so glaube ich, wird es nicht unzweckmäßig seyn, hier einen Versuch mitzutheilen, welchen der Dr. Mojon in Paris in der Absicht anstellte, um diese Frage bestimmter zu entscheiden.

Er stellte eine Säule von hundert Zink- und Kupferscheiben auf und bediente sich des fleischigten Theils der Bauchmuskeln eines acht und zwanzig Stunden vorher gestorbenen Menschen als Zwischenlage. Dann verband er beide Pole durch einen Messingdrath mit einander, um einen beständig fortdauernden galvanischen Strom zu

bilden. Das Reaumursche Thermometer stand auf 28°. Nach Verlauf von zwey Tagen hatte das zwischengelegte Fleisch durchaus keine Veränderung erlitten, dahingegen ein anderes Stück Fleisch von demselben Leichname, welches aber außer Verbindung mit der Säule gestanden hatte, schon die Farbe verändert und einen starken ammoniakalischen Geruch bekommen hatte. Noch ist aber zu bemerken, daß das in der Säule befindliche Fleisch, gleich nachdem es außer Verbindung mit derselben gesetzt war, in die faulichte Gährung überging.

Es folgt also hieraus, daß der Galvanismus die Fäulniß thierischer Substanzen zwar anfangs verhindern, daß aber diese Substanzen nachher desto schneller in Fäulniß übergehen. Wenn wir jedoch alle bey diesem Versuche zusammentreffenden Umstände genau beachten, so finden wir, wie es auch Mojon ganz richtig bemerkt, daß man nicht sowohl dem Fluidum der Säule eine fäulnißwidrige Kraft zuschreiben können, sondern daß vielmehr die große Verwandtschaft, welche die Metallplatten der Säule für den Sauerstoff haben, die Fäulniß verhindern, indem der Sauerstoff von den Metallplatten absorbirt und sich folglich den thierischen Substanzen nicht mittheilen und folglich das kohlensaure Gas, die Salpetersäure, das Wasser und die an-

dern bey der faulichten Zersetzung stattfindenden Verbindungen nicht hervorbringen kann. Ich hoffe, daß man mir diese kleine Digression verzeihen wird, welche ich bloß in der Absicht einschaltete, um zu zeigen, wie nützlich es bisweilen ist, chemische Erklärungen mit den physischen zu verbinden, um nicht manchen Körpern Eigenschaften zuzuschreiben, welche sie wirklich nicht besitzen.

Wenn man die Säule auf beide Ohrdrüsen wirken läßt, so entsteht allemal eine vermehrte Speichelabsonderung, wie die Prof. Brugnatelli und Mojon zu Genua an zwey Ochsenköpfen bewiesen haben. Diese Physiker wollten sich bestimmt überzeugen, daß diese Vermehrung nicht durch den Druck veranlaßt werde, mit welchen die Backenmuskeln auf die Ohrdrüsen wirken, sondern daß sie vielmehr die Folge einer eigenthümlichen Wirkung auf eben diese Drüsen sey; sie nahmen also die Kau- und Backenmuskeln weg und leiteten den Galvanismus unmittelbar auf die Ohrdrüsen und auf die aussondernden Gänge. Bald nachher zeigte sich der Speichel bey weitem in größerer Menge. Bey meinen Versuchen an Enthaupteten habe ich diese Erscheinung mehreremale bestätigt gefunden. Man kann auf eben diese Weise auch eine vermehrte Gallen- und Urinabsonderung hervorbringen, wenn man die secernirenden Organe der Einwirkung der Säule unterwirft.

Ich will hier eine sehr merkwürdige Erscheinung anführen, welche Bezug auf die Secretionen hat. Wenn man die beiden Pole einer Voltaischen Säule auf die Eingeweide eines Frosches anwendet, so sieht man, daß sie an der Stelle, wo der Kupferpol sie berührt, weiß werden und es scheint, als ob sich ein weißlichter Schleim daselbst erzeuge. Einige haben geglaubt, daß derselbe durch eine gewisse Hervordrängung des contraktilen organischen Zellgewebes oder durch eine innerliche Bewegung entstehe, welche durch den Galvanismus hervorgebracht werde, andre aber glaubten, und ich selbst trete dieser Meinung bey, daß eine chemische Veränderung in der Flüssigkeit, welche die serösen und schleimigen Oberflächen der Eingeweide bedecken, diesen Schleim hervorbringe *).

Alle diese Beobachtungen zeigen zur Genüge, daß der Galvanismus eine besondere Wirkung auf die thierischen Flüssigkeiten und auf das Drüsensystem ausübt, und diese Wirkung öffnet dem

*) Journal du galvanisme, redigé par Nauche No III.
Experiments on galvanism, by professor Aldini, described in the philosophical Magasin of Alexander Tilloch, January 1803.

dem philosophischen Beobachter der Verrichtungen des thierischen Körpers ein weites Feld für seine Untersuchungen. Ich will nicht gerade behaupten, daß die Secretionen ganz allein durch eine galvanische Thätigkeit von Statten gehen, auch stimme ich der Meinung der Physiker nicht bey, welche den menschlichen Körper als eine Leidner Flasche ansehen; aber man wird mir erlauben, anzunehmen, daß in unserm Körper eine Flüssigkeit vorhanden ist, welche sich vorzüglich von den Nerven auf die Muskeln fortpflanzt, und nach dieser Voraussetzung alle lebende Wesen als eben so viele thierische Säulen anzusehen.

Nun habe ich noch die Vermuthung, daß dieses Fluidum auf alle Flüssigkeiten und absondernde Organe eine Kraft äußere, deren Wirkungen uns bis jetzt noch unbekannt sind. Man könnte noch weiter gehen und alle Drüsen als eben so viele Behälter des Galvanismus ansehen, welcher, wenn er in einem Theile mehr als in dem andern angehäuft ist, mehr oder weniger entbunden und modificirt wird, dem Blute, welches durch das ganze Drüsensystem läuft, die Eigenschaft ertheilt, alle die Veränderungen zu erleiden, in welche es bey den verschiedenen Secretionen wirklich übergehen muß.

Die verschiedenen drüsenartigen Körper des thierischen Systems sind dazu bestimmt, besondre Flüssigkeiten abzusondern, welche sich mehr oder weniger von der wirklichen Beschaffenheit des Bluts, aus welchem sie eigentlich entspringen, zu entfernen scheinen, je nachdem die Drüsen mehr oder weniger mit Nervenzweigen umgeben und durchwebt sind. Wir sehen wirklich, daß die Feuchtigkeit der Transpiration, welche sehr wenig vom serösen Theil des Bluts verschieden ist, entweder durch die feinen Haarenden der Arterien oder durch kleine Punkte der Drüsen und der Haut ausgesondert wird, welche nur mit sehr wenigen feinen Nervenfädchen umgeben sind; dahingegen diejenigen Eingeweide, an welchen die Nervenzweige wirklich in größerer Anzahl und Stärke vorhanden sind, auch Flüssigkeiten aussondern, welche sehr beträchtlich vom Blute verschieden sind. Wir dürfen nur die Testikeln betrachten, welche die Anatomen mit Recht als dasjenige Absonderungsorgan ansehen, welches die meisten Nerven hat. Die von ihnen abgesonderte Flüssigkeit ist, sowohl in der Quantität, als auch den Eigenschaften nach, außerordentlich verschieden von dem Blute und den andern thierischen Flüssigkeiten.

Die einfachsten Drüsen, ich meine die der Haut, durch welche die Ausdünstung von Stat-

ten geht, und die am meisten complicirten Drüsen, nämlich die der Geschlechtstheile, bilden also gleichsam die beiden Endpunkte einer Linie, zwischen welche sich das Drüsensystem klassificiren ließe; und es würde gewiß sehr wichtig seyn, auf jeder Stufe die Menge der Nervenzweige der Drüse und die Quantität und Eigenschaften der Secretionen derselben zu untersuchen und festzusetzen. Wenn wir nun die Nerven, als eben so viele Quellen des Galvanismus ansehen; so ist es gewiß, daß die Drüsen, welche eine größere Anzahl von Nervenfädchen besitzen, auch eine größere Quantität von Galvanismus erfordern, welcher dazu bestimmt ist, in dem durch die Drüse umlaufenden Blute gewisse Veränderungen und Modifikationen hervorzubringen, deren Intensität im Verhältniß mit der größern oder geringern Menge des Galvanismus steht.

Zur größern Entwickelung und Verstärkung des Galvanismus ist es nothwendig, zahlreiche und häufige Versuche mit der Säule anzustellen, sowohl an den Drüsen selbst, als auch an den aus denselben ausgesonderten Feuchtigkeiten, wobey denn eine genaue Vergleichung und Prüfung der Resultate Statt finden müßte. Meine gegenwärtigen Beschäftigungen, die eine nähere Entwickelung unsrer Kenntnisse über die Natur des Gal-

vanismus beabzwecken, erlauben mir nicht, mich für den Augenblick mit diesen Untersuchungen zu beschäftigen. Ich beschränke mich deshalb hier bloß darauf, die Aufmerksamkeit der Physiker auf einen für die thierische Physik so interessanten und wichtigen Gegenstand zu lenken.

Dritte Abhandlung.

Ueber die den 17ten Januar 1803 zu London an einem Gehenkten angestellten Versuche.

— — — Obgleich der Anblick eines durch das Schwerdt der Gerechtigkeit geopferten Menschen schrecklich ist; so muß doch bey dem philosophischen Arzte die Stimme der Natur schweigen, indem er die Absicht vor Augen hat, durch Untersuchungen an solchen Körpern die Gränzen unsrer Kenntnisse und das Gebiet der Wissenschaften zu erweitern. Ueberzeugt von der Wichtigkeit solcher Untersuchungen, hielt ich es für zweckmäßig, nachdem ich schon in Italien an verschiedenen Enthaupteten Versuche mit dem Galvanismus angestellt hatte, ähnliche an Gehenkten anzustellen und ich ergriff daher mit großer Begierde die mir von dem Königlichen Kollegium der Wundärzte zu London dargebotene Ge-

legenheit, diese Versuche, die bis dahin von Niemanden angestellt waren, zu unternehmen.

Da ich den Gehenkten, der mir zu meinen Versuchen überlassen wurde, als einen Scheintodten betrachtete; so hielt ich es für nothwendig, die passendste Behandlung anzuwenden und ich ließ eine und eine halbe Stunde verstreichen, ehe ich einen Einschnitt an den Leichnam machte.

Da die Scheintodten in Europa sowohl unter den Seeleuten und Schiffern, als auch den Bergleuten vorkommen, da bey jeder unvorsichtigen Einathmung von kohlensaurem Gas dieser Zustand eintritt; so hielt ich die Entdeckung eines neuen Mittels gegen den Scheintod für eine der Menschheit äußerst wichtige und nützliche Sache. Dies war daher der erste Zweck meiner Untersuchungen.

Der Gehenkte hieß Forster, war sechs und zwanzig Jahr alt und von einer starken Constitution; sein Körper wurde nach der Hinrichtung eine Stunde auf dem Platz von Newgate ausgestellt, das Thermometer stand unter dem Gefrierpunkte.

Diese Kälte, bey welcher der Leichnam gefrieren mußte, so daß also bey den Versuchen

durchaus kein guter Erfolg zu hoffen war, würde mich veranlaßt haben, jeder Untersuchung ganz zu entsagen, wenn ich mich nicht erinnert hätte, daß ich vorher in Bologna an Enthaupteten bey derselben Temperatur meinen Zweck erreicht hatte. Nach den Englischen Gesetzen wurde der Leichnam dem Herrn Keate, Präsident des Kollegiums der Wundärzte in London übergeben, welcher mit Beistimmung des schätzbaren Kollegiums die Gefälligkeit hatte, ihn zu meinen Versuchen herzugeben.

Drey galvanische Wannen wurden in Verbindung gesetzt, ich glaube, daß sie so stark waren, als eine Säule von hundert und zwanzig Zink-Kupferplatten. Mit Hülfe dieses Apparats unternahm ich die hier nach einander zu beschreibenden Versuche, welche in Gegenwart des Präsidenten und der Beisitzer des Kollegiums angestellt wurden.

Erster Versuch.

Der Leitungsdrath des einen Pols, wurde in den Mund, der des andern in ein Ohr gebracht, nachdem diese Theile vorher mit Salzwasser wohl befeuchtet waren. Die Wangen und alle Gesichtsmuskeln zogen sich schrecklich zusammen und das linke Auge öffnete sich. Ich bemerkte, daß

wenn man die galvanische Einwirkung stufenweise erfolgen ließ, die Erscheinungen dem Grade der Intensität nach mit der Anzahl der Platten, welche angewendet wurden, in Verhältniß stand.

Zweiter Versuch.

Bey der Anwendung der beiden Leitungsdräthe in die Ohren, zeigte sich eine Bewegung auf den Kopf, welche sich bis auf alle Gesichtsmuskeln fortpflanzte; die Augenlieder blinzten häufig, doch war die Bewegung noch stärker, wenn der eine Leiter in die Nasenlöcher und der andre in ein Ohr gebracht wurde.

Dritter Versuch.

Das eine Ohr und der Mastdarm wurden in die Kette gebracht, worauf ziemlich starke Zusammenziehungen erfolgten, selbst die von den Berührungspunkten der Leiter entfernteren Muskeln bewegten sich stärker, so daß der Todte fast wieder aufzuleben schien.

Vierter Versuch.

Nun wollte ich die Wirkung der chemischen Reizmittel versuchen, und schüttete zu dem Ende

flüchtiges Alkali in die Nasenlöcher und in den Mund; ich konnte aber, selbst bey der genauesten Aufmerksamkeit, nicht die geringste Zusammenziehung entdecken, obgleich der Galvanismus sehr starke hervorbrachte. Die Verbindung des Galvanismus und des Alkali spannte meine Aufmerksamkeit, denn durch die gleichzeitige Anwendung beider, wurden die Zuckungen vermehrt und zeigten sich an den Schädel- Gesichts- Hals- und Delto- Muskeln. Wiederhohlte Versuche setzten diese Beobachtung außer allen Zweifel.

Fünfter Versuch.

Ich brachte das Ohr und den entblößten M. biceps des Arms in die Kette und es zeigten sich im Augenblicke der Berührung sogleich äußerst starke Zusammenziehungen, sowol am Musc. biceps als auch am coracoradialis.

Sechster Versuch.

Nachdem am Daumen über den kleinen vom N. radialis entspringenden Nervenzweigen ein kleiner Einschnitt gemacht, und dieser Theil in die Kette gebracht worden war; so zeigte sich gleich eine sehr starke Zusammenziehung des Vorderarms. In diesem Versuche, so wie auch beim

vorigen, reichte bloß die thierische Feuchtigkeit ohne Salzwasser zur Leitung des Galvanismus hin.

Siebenter Versuch.

Die kurzen Beugmuskeln und die ablenkenden Muskeln des Daumens wurden entblößt und galvanisirt und es schloßen sich die Hände mit ziemlicher Festigkeit zusammen, so stark war die Zusammenziehung.

Achter Versuch.

Die Wirkung des Galvanismus ward in diesem Versuche mit der Wirkung mechanischer und chemischer Reizmittel verglichen; und in dieser Hinsicht wurde die Spitze eines Scalpells an die Fibern gesetzt und selbst in die Substanz des M. biceps am Arme eingestoßen, ohne daß die geringste Bewegung erfolgte. Dies war gleichfalls bey Anwendung des flüchtigen Alkali und der concentrirten Schwefelsäure der Fall, die letztere korrodirte die Muskeln, ohne ihre Contraktilität in Thätigkeit zu setzen.

Neunter Versuch.

Nachdem ich die Brusthöhle und den Herzbeutel geöffnet hatte, wobey aber das Herz in

seiner natürlichen Lage blieb, versuchte ich vergebens, die Zusammenziehung der Herzhöhlen zu bewirken; der Leitungsbogen wurde erst an die Oberfläche des Herzens und dann an die fibröse Substanz auf den Fleischbalken angebracht, ferner an die Scheidewand der Herzhöhlen und endlich an dem Verlaufe der Kranzarterien und Nerven, ohne daß sich, selbst nach vorhergegangener Befeuchtung dieser Theile mit Salzwasser, nur die geringste Wirkung darlegen ließ.

Zehnter Versuch.

Bey diesem Versuche wurde der Bogen in die rechte Herzhöhle gebracht, wo beträchtliche Zusammenziehungen, vorzüglich in dem rechten Herzohr, entstanden, dahingegen das linke Herzohr sich viel schwächer zusammenzog. (Wahrscheinlich war also bey dem vorigen Versuche wohl ein Versehen vorhanden gewesen, weil es sich sonst nicht füglich erklären ließe, daß unter gleichen Umständen nicht gleiche Resultate erfolgten. M.)

Eilfter Versuch.

Die Leitungsdräthe wurden an das Rückenmark und an die Muskelfibern des Musc. biceps am Arme und nachher an den M. gastrocnemicus gebracht, worauf aber nur eine sehr

schwache Bewegung in der obern und untern Extremität erfolgte.

Zwölfter Versuch.

Nachdem der Hüftnervé zwischen dem großen Trochanter und der Tuberosität des Sitzbeins bloß gelegt und mit dem Rückenmarke in die Kette gebracht war, konnten wir zu unsrer Verwunderung, selbst bey dem Gebrauche des Salzwassers, keine Zusammenziehung bemerken; nachdem wir aber einen der Leiter auf verschiedene Weise mit der Scheidenhaut des Nerven in Verbindung brachten, zeigte sich augenblicklich eine sehr starke Wirkung.

Obgleich dieser Versuch an Hunden wiederhohlt wurde, verdient er doch noch mit größerer Sorgfalt untersucht zu werden, um die Leitungsfähigkeit der verschiedenen thierischer Theile dem Grade nach zu bestimmen.

Dreizehnter Versuch.

Bey der Verbindung des Hüftnerven mit dem Zwillingswadenmuskel bemerkte ich sehr geringe Wirkung. Bey der Berührung des Hüftnerven und des N. peronaeus waren gleichfalls die Zusammenziehungen der damit verbundenen Mus-

keln sehr schwach. Doch bemerke ich auch, daß dieser Versuch lange nach dem Tode angestellt wurde.

Vierzehnter Versuch.

Der Hüftnerve wurde ungefähr in der Mitte des Schenkels getheilt *) und die Leitungsdräthe am zweiköpfigen Schenkel- und dem Waden-Muskel angelegt; in dieser Verbindung zogen sich diese beiden Muskeln merklich zusammen.

Die Muskeln zeigten ihre Reizbarkeit noch sieben und eine halbe Stunde nach dem Tode; obgleich aber während dieser Zeit die galvanischen Wannen oft erneuert wurden, so war doch die Wirkung sehr schwach. Mit einem stärker wirkenden Apparate würden die Muskelzusammenziehungen sich ohne Zweifel noch nach längerer Zeit deutlich gezeigt haben. Nachdem die Versuche vier Stunden fortgesetzt waren, war eine galvanische Wanne schon nicht mehr hinreichend, um, wie sie doch im Anfange that, Zusammenziehungen hervorzubringen; wie sich aber die Erregbarkeit der Muskeln verminderte, so mußte der Apparat allmäh-

*) Es ist undeutlich, ob der Nerve hier gespalten oder quer durchschnitten ist, wobey bey Nachahmung des Versuchs allerdings viel ankommt; ich glaube aber, daß das letztere der Fall gewesen ist. M.

lich verstärkt werden. Dieser Umstand beweiset zur Genüge, daß diese lange Reihe von Versuchen mit bloßen galvanischen Armaturen nicht würde können vollendet worden seyn. Meine Meinung ist überhaupt, daß die von Galvani erfundenen Armaturen bloß passiv wirken und bloß das praeexistirende Fluidum im thierischen Körper fortleiten, dahingegen die Voltaische Säule die Muskeln durch die sich aus dem Apparate entwickelnde Flüssigkeit in Thätigkeit setzt. Aus allen diesen Versuchen lassen sich folgende Schlüsse machen:

1. Daß der Galvanismus an und für sich selbst betrachtet einen sehr großen Einfluß auf die Nerven und Muskeln des thierischen Körpers hat.

2. Daß seine Wirksamkeit, als Reizmittel betrachtet, stärker ist, als alle ähnliche Mittel dieser Gattung.

3. Wenn der Galvanismus mittelst der Wanne oder der Säule angewendet wird; so ist seine Wirkung sehr verschieden von den bloßen metallischen Armaturen.

4. Wenn die Nerven und Muskeln an ihrer Oberfläche mit großen metallischen Armaturen belegt sind; so wird der Galvanismus weiter

fortgeleitet und wirkt mit so vieler Kraft, daß er fast in allen Muskeln des Körpers Zusammenziehungen hervorbringt.

5. Der Einfluß des Galvanismus auf das Herz ist verschieden von dem auf die freiwilligen Muskeln, weil diese sich noch längere oder kürzere Zeit wirksam bezeigen, nachdem jenes schon lange alle Erregbarkeit verloren hat. Eben so ist die Wirkung des Galvanismus auf die Herzohren in Ansehung der Dauer sehr verschieden von seiner Wirkung auf die Ventrikeln selbst.

6. Der Galvanismus ist ein äußerst wirksames Mittel zur Wiederbelebung der erloschenen Lebenskräfte, und alle gegen den Scheintod anzuwendenden Mittel gewinnen durch die Verbindung mit dem Galvanismus beträchtlich an Thätigkeit und Energie; durch diese Verbindung wird die Heilmittellehre bereichert und verspricht schnellere und gewissere Hülfe, als wenn jedes Mittel besonders angewendet würde.

Dies sind kürzlich die vorzüglichen Resultate meiner Versuche. Um diese Untersuchung auf die vortheilhafteste Weise für die Heilkunde zu beschließen, will ich hier noch die Beobachtungen hinzufügen, welche Carpue, Professor der Anatomie mit dem jungen Arzte, Herr Hut-

chins bey Besichtigung des Leichnams anstellte. Nach Oeffnung des Kopfs zeigte sich durchaus keine Blutergießung im Gehirne; aber alle Blutgefäße desselben waren äußerst angeschwollen und ausgedehnt. In den Herzhöhlen hatte sich gleichfalls kein Blut ergossen, in den Lungen war gar keine Luft, sondern sie waren ganz zusammengefallen, die Eingeweide waren gleichsam eingespritzt und fast im Entzündungs-Zustande. Die Blase war sehr ausgedehnt und mit Urin angefüllt. Ueberhaupt zeigte die ganze Untersuchung, daß der Tod durch eine wahre Erstickung herbeigeführt sey.

Ich bemerke noch, daß gleich nach der Exekution die Freunde des Hingerichteten alle Mittel anwendeten, um seinen Tod zu beschleunigen, d. h. sie zogen ihn an den Füßen u. s. w.

Diese Darstellung zeigt ohne Zweifel deutlich genug, daß meine Versuche an diesem Gehenkten nicht sowohl den Zweck der Wiederbelebung hatten, sondern vielmehr die Lösung der sehr wichtigen praktischen Frage beabsichtigten: ob der Galvanismus als Hülfsmittel angewendet werden kann und welchen Rang er unter den bis jetzt beim Scheintode angewendeten Mitteln verdient.

Wenn das Spiel und die Thätigkeit unserer Organe durch die Aufhebung der Respiration aufgehoben

gehoben ist, so wird das schwarze Blut, nachdem es in den Lungen vergebens die Veränderung erwartet hat, welche es gewöhnlich erleidet, anstatt die zur Fortdauer des Lebens nöthigen Bestandtheile in die verschiedenen Theile des Körpers zu führen, vielmehr einen schädlichen und tödtlichen Einfluß auf dieselben haben. Dann stockt allmählich die Bewegung in den verschiedenen Systemen, und der Tod verbreitet sich allmählich in dem ganz erstarrten Körper und das Gehirn hat die Kraft des Bewußtseyns und Willens ganz verloren. Dann sind nun die stärksten und schnell wirkendsten Reizmittel durchaus nothwendig. Vorzüglich auf die Respiration, als die erste und wichtigste Verrichtung des Körpers, muß der Arzt Rücksicht nehmen; er kann diese nur durch die Thätigkeit der dazu nöthigen Muskeln wieder beleben und vorzüglich in dieser Absicht müssen die Reizmittel angewendet werden; hier zeigt nun der Galvanismus vorzüglich seine Wirkung und wirkt gleichsam einstweilen als Stellvertreter des Gehirns, welches nicht im Stande ist, die Zusammenziehung der willkührlichen Muskeln zu bewirken.

Ich bin weit entfernt, hier die Anwendung der bis jetzt mit Vortheil angewendeten Reizmittel zurücksetzen zu wollen, sondern ich empfehle bloß den Galvanismus als das stärkste und wirk-

samste Reizmittel zur Verbindung mit den andern gewöhnlichen Mitteln.

Das flüchtige Alkali bringt, wie ich oben gezeigt habe, einzeln angewendet, nicht die geringste Wirkung hervor; verbindet man dasselbe aber mit dem Galvanismus, so wird die Wirksamkeit des letztern auf das Muskel- und Nervensystem dadurch beträchtlich erhöht. Es ist möglich, daß das flüchtige Alkali, vermöge seiner fortleitenden Kraft, den Galvanismus leichter zum Gehirn fortleitet, und daß auf diese Weise seine Kraft in den Fällen, wo die Lebenskräfte aufgehoben sind, thätiger verstärkt wird. Mit allen diesen Mitteln würde gewiß die Einblasung der Luft in die Luftröhrenäste aufs vortheilhafteste verbunden werden; doch ist hier aber noch zu bemerken, daß zur bessern Aufnahme der Luft in den Lungen die Erregung der Muskelthätigkeit durch den Galvanismus sehr zweckmäßig seyn würde, wo denn auf diese Weise das ganze System des thierischen Körpers zur Ausübung der Lebensthätigkeiten wieder geschickt gemacht würde.

Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, werden die hier mitgetheilten Versuche gewiß viel zur Erweiterung der Wissenschaft und nützlicher Kenntnisse beitragen.

Ich danke den Mitgliedern des chirurgischen Kollegiums hier nochmals öffentlich für die eifrige Theilnahme an meinen Versuchen. Keate, der Präsident dieser Versammlung schlug vergleichende Versuche an Thieren vor, um dadurch die Erscheinungen der Vitalität desto besser zu entwickeln. Blicke beobachtete, daß es zweckmäßig seyn möchte, den Körper in ein Bad von Salzwasser zu legen, um den Galvanismus auf die ganze Oberfläche wirken zu lassen; Pearson schlug die Einblasung des Sauerstoffs statt der atmosphärischen Luft vor. Alle diese Vorschläge können bey wiederhohlten Versuchen für die Praxis sehr nützlich werden. Ich schließe damit, daß ich alle Physiologen bitte, solche Vorfälle zu benutzen, um durch eine große Anzahl solcher Versuche an Hingerichteten überhaupt und auch an Scheintodten insbesondere, zu Resultaten zu gelangen, welche uns als unumstößliche Grundsätze dienen können.

Vierte Abhandlung.

Ueber die Organe der elektrischen Fische.

Die Theorie des Galvanismus und der thierische Elektrizität führt uns ganz natürlich mit einem neuen Lichte auf die Untersuchung der Organe der elektrischen Fische. Galvani selbst hielt diese Untersuchung für sehr nothwendig. Ungeachtet der Schwäche seines Alters und abgemattet durch seine nachher tödtliche Krankheit, ließ er sich doch an das Ufer des Adriatischen Meeres bringen und stellte mehrere Versuche an dem Krampffische (torpille, torpedo) an, von denen einige 1797 öffentlich bekannt gemacht und an den berühmten Naturforscher Spallanzani gerichtet waren. Mehrere andere befanden sich unter seinen Papieren, welche sein Neffe Camillo Galvani mir vor meiner Abreise aus Italien mitgetheilt hat.

Redi und Lorenzini hatten die Organe des Krampffisches beschrieben, und schon die Be-

mühungen von Cavendish, Walsh, Monro und andern bewiesen das Daseyn einer wirklichen thierischen Elektrizität. Außer der Beschreibung des Krampffisches hatte auch Hunter den ähnlichen elektrischen Apparat des Zitteraals (gymnotus electricus) beschrieben. Alle diese großen Beobachter begnügten sich bloß damit, uns die Struktur der Organe mit anatomischer Genauigkeit zu beschreiben, ohne sie mit einander zu vergleichen oder Folgerungen daraus zu ziehen.

Geoffroy Professor am Museum der Naturgeschichte hat nicht nur die Naturgeschichte durch die Beschreibung eines neuen elektrischen Fisches bereichert, welchen er von seinen Reisen aus Aegypten mitgebracht hat, sondern er hat auch die Organe aller bekannten elektrischen Fische mit einander verglichen und die gleichförmige Struktur derselben dargethan. Ich benutze die Entdeckungen dieser berühmten Männer, um in dieser Abhandlung zuerst die Organe der elektrischen Fische in ihrem Verhältnisse mit dem Galvanismus zu betrachten und auf diese Weise die Theorie einer von mir vorgeschlagenen thierischen Säule zu entwickeln. Um mehr Deutlichkeit und Genauigkeit in meinen Vortrag zu bringen, will ich folgende Eintheilung annehmen.

Erste Abtheilung.

Von den elektrischen Organen des Krampfisches.

Man kennt seit langer Zeit die sonderbare Eigenschaft des Krampffisches, daß alle belebte Wesen, welche sich ihm nähern, durch seine Berührung plötzlich in einen Zustand von Erstarrung gerathen. Galvani untersuchte am Adriatischen Meere die starke Elektrizität mehrerer Krampffische, welche durch zwey Körper von besonderer Struktur, welche man elektrische Organe nennt, hervorgebracht wird. Sie bestehen aus einer Menge von sechseckigen Prismen, welche von einer unzähligen Anzahl Flächen von eben dieser Gestalt gebildet werden; sie sind miteinander auf eine so bewundernswürdige Weise verbunden, daß man glauben sollte, sie beständen aus unzähligen Vierecken, von gleicher Gestalt und Größe, welche mit ihren Seiten und Winkeln genau aufeinander paßten. Auf diese Weise betrachtete Galvani die elektrischen Organe, indem er, der Analogie nach, glaubte, daß gleichsam eine Leidner Flasche in dem Nerven- und Muskelsystem existire. (Tab. I. fig. 1.)

Geoffroy zeigte, daß die elektrischen Organe des Krampffisches aus einer großen Anzahl

sehnichter Röhren bestehen, welche parallel um die Kiemen herum liegen. Die Röhren sind entweder sechs- oder fünfeckig und mit einer Substanz angefüllt, welche er nach der chemischen Untersuchung für eine Vermischung des Eyweißes mit Gallerte hält.

Diese Beobachtungen lassen vermuthen, daß keine andre Verschiedenheit zwischen den gewöhnlichen Rochen und den Krampfrochen sey, als daß die Röhren bey diesen sehr kurz, vertikal, näher an einander und parallel sind; dahingegen sie bey jenen länger sind, sich um die Hauptmuskeln herumbiegen und in mehrere Bündel abgesondert werden, welche aus divergirenden Zweigen bestehen. Man sieht daraus, daß diese Organe nur durch eine verschiedene Anordnung der Theile verschieden sind und daß man also gewissermaßen annehmen müsse, daß alle Rochen mehr oder weniger die elektrischen Eigenschaften des Krampfrochens besitzen. Ich bemerke noch, daß dieser Fisch die Fähigkeit besitzt, mehr Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft einzusaugen, und jetzt will ich untersuchen, wie sich der gewöhnliche Rochen an der atmosphärischen Luft wirksam bezeigt.

Bey den gewöhnlichen Rochen öffnen sich diese Röhren außerhalb der Haut durch eigenthüm-

liche Mündungen, welche als eben so viele Aussonderungsorgane der in denselben enthaltenen gelatinösen Materie anzusehen sind; bey dem Krampfrochen hingegen sind diese Röhren gleichförmig verschlossen, sowohl durch die Haut, welche an keinem Orte durchbohrt ist, noch mehr aber durch die Sehnen, welche sich über die ganze Oberfläche des elektrischen Organs verbreiten. Man sieht also, daß die gelatinöse Materie, da sie keinen Ausweg hat, sich in diesen Röhren anhäufen und ihre Durchmesser vergrößern muß, woher denn ohne Zweifel die beständige Wirkung der Elektrizität des Krampfrochens entsteht.

Man könnte auf dem hier angegebenen Wege der Erfahrung die Verschiedenheit des elektrischen Fluidums zwischen den Organen des gewöhnlichen Rochens und des Krampfrochens genau bestimmen, und selbst durch Condensatoren und durch die feinsten Elektrometer diesen Versuchen die höchste Genauigkeit geben.

Galvani beobachtete, daß die vielseitigen Prismen der Organe des Krampfrochens weit mehr Nerven bekommen, als ihr Bau eigentlich zu erfordern scheint und alle Naturforscher halten diese Organe für ein eben so komplizirtes System, als das des Gehörs und Gesichts. Die Nerven sind nach Hunter so außerordentlich

groß, als die aus denselben hervorgehenden Erscheinungen. Sie breiten sich schnell in den gelatinösen Schleim aus; nichts hindert ihre freie Verbindung mit den äußern Körpern und sie spielen eine sehr wichtige Rolle bey den elektrischen Erscheinungen. Hunter glaubte, daß sie zur Bildung, Ansammlung und Leitung des Nervenfluidums dienten. Der Einfluß der Nerven ist durch die Beobachtungen von Walsh, Cavallo und Geoffroy hinlänglich dargethan, denn diese beweisen, daß die Willensbestimmung des Thieres zur Erschütterung durchaus nothwendig sey. Diese Rücksichten veranlaßten Galvani, den Einfluß des Gehirns des Krampfrochens auf seine elektrischen Organe zu untersuchen, und ich will im Folgenden seine Untersuchungen auseinandersetzen.

Zweite Abtheilung.

Ueber den Einfluß des Gehirns des Krampfrochens auf die Thätigkeit seiner elektrischen Organe.

Wegen der besonderen Lage der Organe des Krampffisches sah Galvani dieselben als die Leiter und Condensatoren eines anderswo bereiteten Fluidums an, und mehrere Naturforscher hielten das Gehirn für das Aussonderungsorgan. Eine solche Hypothese mußte nothwendig erst durch Erfahrungen und neue Beobachtungen bestätigt werden. Galvani beschäftigte sich damit, und hier sind seine Untersuchungen:

1. Er nahm einen Krampffisch, und schnitt der Länge nach eine Hälfte des Körpers mit dem einen elektrischen Organ weg, so daß das andre, welches mit dem Kopfe zusammenhing, unverletzt blieb. Der letzte Theil des Körpers gab eine Erschütterung, welches bey dem erstern nicht der Fall war.

2. Nachdem er dem Krampffische den Kopf abgeschnitten hatte, hörte bald die elektrische Erschütterung in beiden Organen auf.

3. Das Herz des Krampfrochens wurde ausgerissen, beide Organe gaben aber noch bis zu ihrer Trennung vom Gehirne elektrische Erschütterungen.

4. Zum Beweise der Verbindung des Gehirns mit den elektrischen Erschütterungen ließ er aus einem lebendigen Krampfrochen das Gehirn mit solcher Vorsicht herausreißen, daß der Umlauf des Bluts dadurch durchaus nicht gestört wurde. Obgleich in diesem Zustande also der Kreislauf noch vollkommen Statt fand, so war doch durchaus keine Erschütterung zu bemerken.

5. Bey der Durchschneidung oder Unterbindung des großen Nervenastes, welcher sich an den elektrischen Organen vertheilt und vorzüglich bey dem ersten Nervenpaare, erhielt er auch nicht die geringste elektrische Empfindung.

Nach allen diesen Beobachtungen sieht man sehr leicht, daß das Nervensystem, welches zur Thätigkeit der elektrischen Organe erforderlich ist, von demjenigen verschieden ist, dessen sich die Natur zur Bewirkung der Muskelcontraktionen bedient. Es ist ebenfalls dadurch bewiesen, daß das Gehirn sehr viel zur Entstehung der eigentlichen thierischen Elektrizität beiträgt. Ich glaube, daß es jetzt auch nicht mehr schwer zu be-

greifen seyn wird, daß dies Organ, welches die starke Elektrizität des Krampfrochens hervorbringt, auch die thierische Elektrizität hervorzubringen im Stande ist, deren das Muskel- und Nervensystem zur gewöhnlichen Wirkung bedarf. Ueberhaupt ist es für die Physiologie von der größten Wichtigkeit die Erscheinungen des Muskelsystems mit den Verrichtungen des Gehirns zusammenzustellen.

Mehrere Anatomen haben es als eins der zum Leben nothwendigsten Secretionsorgane angesehen; Boerhave ließ in demselben ein energisches kräftig wirkendes Fluidum bereiten, welches er die thierischen Geister nannte. Ohne Zweifel war die Idee einer solchen Absonderung des großen Anatomen würdig; da aber seine Schüler die Behauptungen ihres Lehrers aufs Wort annahmen, so blieb diese Hypothese statt des Beweises. Der Weg der Erfahrung wurde vernachläßigt, und es gingen sehr viele Jahre hin, ohne daß man etwas gewisses über die Verrichtungen des Gehirns in Hinsicht des Lebens wußte. Galvani bewies durch wirkliche und auf unumstößliche Beweise gegründete Erfahrungen, daß das Gehirn die Fähigkeit besitzt, eine den Verrichtungen des thierischen Körpers vollkommen angemessene Elektrizität zu bilden. Es wäre zu wünschen, daß man diese Beobachtun-

gen auch über die warmblütigen Thiere ausdehnen möchte, um auf diesem neuen Wege durch neue Erfahrungen endlich auch das Princip der Empfindungen und Muskelcontraktionen zu entdecken.

Sollte denn die weise Natur, da sie die Nervenäste unbezweifelt zur Bewirkung der Muskelthätigkeit anwendet, gewollt haben, daß das Gehirn als der Vereinigungs- und Mittelpunkt aller Nerven durchaus keine Verrichtung in dieser Hinsicht haben sollte? Kann man auf diese Weise nicht erklären, warum die ewige Natur dem Menschen das größte Gehirn gegeben hat, da er doch offenbar eine größere Kraft der Seele und des Verstandes besitzt? Dies sind bloß einfache Vermuthungen, die vielleicht noch zu voreilig sind und die nur von den Bemühungen der Physiologen Bestätigung erhalten können. (Dies ist jetzt schon zum Theil geschehen; Gall's Untersuchungen sind so genau, so sehr auf die Erfahrung begründet, daß man mit Recht hoffen darf, auf diesem einzig richtigen und so vortrefflichen Wege eine immer genauere Kenntniß zu erlangen M.)

Dritte Abtheilung.

Von der Wirkung der thierischen Elektrizität des Zitterrochens auf die Bewegung des Herzens und der Muskeln anderer Thiere.

Man mag einen Frosch auf den Rücken, den Kopf oder auf den Bauch eines Zitterrochens legen, so zieht er sich beständig sehr stark zusammen; dasselbe geschieht mit präparirten Fröschen, welche mit einzelnen Theilen die verschiedenen Theile der Oberfläche des Körpers berühren. Wenn man einige Frösche auf einen feuchten Tisch legt, so daß sie vom Körper des Zitterrochens entfernt sind, so sieht man doch deutlich eine Zusammenziehung in jenen, so oft dieser sich seiner Elektrizität entladet. Diese Versuche beweisen unwiderleglich, daß die Frösche sich bey dem geringsten Grade der Elektrizität zusammenziehen, so daß sie die elektrische Kraft eines Zitterrochens anzeigen, selbst wenn diese keine Erschütterung mehr giebt und also auch auf das empfindlichste Elektrometer nicht mehr wirkt.

Galvani legte das Herz und andre Muskeln eines Frosches auf den Rücken eines Zitterrochens und es erfolgte in demselben Augenblicke eine Entladung der Elektrizität auf diese Theile.

Wenn das Thier ruhig war, so zeigte sich keine Wirkung auf die Muskeln des Frosches; wenn man aber den Zitterrochen entladete, so zogen sich alle Muskeln und auch das Herz lebhaft zusammen; doch muß man bemerken, daß die Muskeln des Frosches sich im Augenblicke der Entladung, das Herz aber erst nach einem kleinen Zwischenraum zusammenzogen. Galvani beobachtete auch, daß wenn die elektrische Kraft des Zitterrochens auch vermindert war, sie doch so stark blieb, daß sich die Muskeln des Frosches zusammenzogen, dahingegen das Herz ruhig blieb. Diese Erscheinung läßt auf eine bis jetzt unbekannte Analogie der thierischen Elektrizität des Zitterrochens und der gewöhnlichen Elektrizität schließen; denn ein kleiner Funke, der die andern Muskeln noch contrahirt, wirkt nicht auf das Herz.

Galvani bewies durch einen sehr sinnreichen Versuch die eben angegebene Eigenschaft. Er legte die Schenkelmuskeln mehrerer Frösche in eine Reihe, so daß er das Herz, welches losgetrennt war, dazwischen legte. Nun ließ er durch diese Muskelreihe einen schwachen elektrischen Strom durchgehen, die Muskeln zogen sich sogleich, das Herz aber erst nach einigen Augenblicken, zusammen. Er bemerkte noch, daß wenn die Kraft der Elektrizität vermindert wird,

das Herz allein unbeweglich bleibt, während sich die andern Theile allemal zusammenziehen.

Diese Versuche beweisen, meiner Meinung nach, auf eine evidente Weise, daß die thierische Elektrizität des Zitterrochens und die gewöhnliche Elektrizität auf eben die Weise, als der Galvanismus, auf das Herz wirken und bestätigen meine Behauptung, daß das Herz zuerst gegen den Galvanismus unempfindlich wird, dahingegen alle andere Muskeln sich noch eine Zeitlang wirksam gegen denselben bezeigen.

Vierte Abtheilung.

Von den elektrischen Organen des Zitteraals.

Nachdem ich die Organisation und die Erscheinungen des Zitterrochens beschrieben habe, halte ich es für zweckmäßig, hier noch zweier anderer Fische zu erwähnen, welche diese Eigenschaften eben so, wie der Zitterrochen besitzen, obgleich ihre Struktur auf den ersten Anblick von jenem verschieden ist, ich meine nämlich den Zitteraal (gymnotus electricus) und den Zitterwels oder Raasch (silurus electricus).

John

John Hunter war der erste, welcher von dem Zitteraale eine genaue Beschreibung lieferte. Der Körper dieses Fisches ist sehr lang und schlangenartig, der Schwanz macht $\frac{7}{8}$ seiner ganzen Länge aus. Die Schwimmblase erstreckt sich bis in den Schwanz, anstatt daß sie bey andern Fischen bloß in der Bauchhöhle befindlich ist, und geht ziemlich bis ans Ende derselben. Ueber diese Blase findet man beim Zitteraale ein sonderbares Organ, welches man bey andern Fischen dieser Gattung vermißt und welches man nothwendig für das elektrische Organ halten muß. Es wird durch die Vereinigung mehrere Sehnen gebildet, welche sich der Länge des Fisches nach ausbreiten und parallel neben einander, ungefähr vier Linien von einander, entfernt liegen. Sie werden beinahe in einem rechten Winkel von andern vertikalen Lamellen, die eben so beschaffen sind, durchschnitten; hieraus entsteht ein breites und tiefes Netz, welches aus vielen Rhomboidalischen Zellen gebildet wird, welche mit einer schmierigen oder gelatinösen Substanz angefüllt sind.

Dieser Apparat ist ganz deutlich in zwey große und in zwey kleine elektrische Organe abgetheilt. Die erstern befinden sich unterhalb der Schwimmblase und der Rückenmuskeln, die beiden kleinen sind im untersten Theile des Schwan-

zes befindlich. Die horizontalen Lamellen sind, anstatt ihrer ganzen Länge nach parallel zu seyn, in gewissen Zwischenräumen wellenförmig. Hunter zählte vier und dreißig in einem großen Organe und vierzehn in einem kleinen. Dieser ganze elektrische Apparat wird durch ein aus dem Rückenmarke entspringendes Nervensystem in Thätigkeit gesetzt, welches in einem bewunderungswürdigen Mechanismus vertheilt ist. Die verschiedenen Zweige eines großen Nerven, welchen man über der Wirbelsäule dieses Fisches findet, gehen zuerst an der Oberfläche dieser Organe weg und verschwinden zuletzt in den Zellen derselben.

Ich untersuchte mit aller möglichen Sorgfalt die Organe des Zitterrochens und Zitteraals in Hunter's Kabinet und verglich meine Zeichnungen mit den Originalpräparaten und überzeugte mich von ihrer Genauigkeit und Richtigkeit. Die Injektionen dieser Präparate waren so zart, daß ich die feinsten Gefäße, welche sich an die elektrischen Organe vertheilen, unterscheiden konnte (Tab. II. Fig. 2. 3.).

Fünfte Abtheilung.

Von den Organen des Zitterwels oder Raasch.

Geoffroy hat diesen Fisch zuerst beschrieben. Die elektrischen Organe befinden sich nicht, wie beim Rochen, an den Seiten des Kopfs, oder unter dem Schwanze, wie beim Zitteraal, sondern sie gehen rund um den Fisch herum (Taf. II. Fig. 4.). Unmittelbar unter der Haut befindlich, bestehen sie aus sehr festen aponeurotischen und sehnichten Fiebern, welche sich mit einander zu einem Netze verbinden, dessen Zwischenräume man aber mit einem bloßen Auge gar nicht unterscheiden kann. Eine sehr starke Aponeurose bedeckt den ganzen Apparat und verhindert seine Verbindung mit dem Innern. Die Nerven, welche das elektrische Organ vollständig machen, gehören zum achten Paare, bey ihrem Durchgange durch den Schädel nähern sie sich einander und gehen durch den Körper des ersten Wirbelbeins. Jeder geht zuerst durch eine eigne Oeffnung herein; ihr Ausgang aber ist gemeinschaftlich, dann entfernen sie sich wieder und gehen nach den Seiten zu, wo ein jeder alsdann zwischen den Bauchmuskeln und der Aponeurose, welche das ganze elektrische System bedeckt, liegt; sie durchbohren

die Haut in einem großen Äste und verschwinden allmählich in das Netz.

Sechste Abtheilung.

Vergleichende Untersuchung der elektrischen Organe.

Man kann aus der vergleichenden Untersuchung der bis jetzt beschriebenen elektrischen Organe der Fische mehrere Folgerungen ziehen: 1. Daß der Ort, an welchen diese Organe befindlich sind, gleichgültig ist, da sie sich bey jedem der drey erwähnten Fische auf einer andern Stelle befinden. 2. Daß diese Organe nicht durchaus dieselben Nerven besitzen, denn beim Rochen vertheilen sich die des fünften Paars, beim Wels die des achten, und beim Zitteraal die Nerven des Gehirns in diese Organe. 3. Daß die Gestalt der Zellen gleichfalls gleichgültig ist, weil sie bey jed r Gattung verschieden ist. Alle diese aus der anatomischen Untersuchung entspringenden Folgerungen hat schon Geoffroy auseinandergesetzt. Ich will hier noch einige hinzu-

fügen, welche in besonderer Verbindung mit der Theorie des Galvanismus stehen. 4. Man kann diese Organe mit wirklichen thierischen Säulen vergleichen, die aus zwey heterogenen Substanzen, nämlich den Nerven und dem eyweißähnlichen gelatinösen Marke auf der einen Seite und den aponeurotischen Lagen auf der andern Seite bestehen. 5. Es folgt aus den an den elektrischen Fischen angestellten Versuchen, daß, bey übrigens gleichen Umständen, die Kraft der Explosion in Verhältniß mit der Größe der elektrischen Organe steht. Der Zitteraal giebt die stärksten Erschütterungen, weil sein Organ fast so groß ist, als der übrige Theil seines ganzen Körpers. Der Zitterwels giebt stärkere Erschütterungen als der Zitterrochen, weil sein Organ, obgleich es dünner als das des Zitteraals ist, seinen ganzen Körper umfaßt und also einen ungleich größern Raum als beim Rochen einnimmt, wo es auf einen kleinen Theil der Kiemen beschränkt ist. 6. Endlich sieht man, daß bey Fischen von einerley Gattung bloß eine verschiedene Stellung derselben Theile und eine verschiedene Vertheilung der thierischen Substanzen Statt zu finden braucht, um entweder eine beträchtliche oder gar keine elektrische Kraft zu äußern. Wir haben bey den metallischen Säulen ähnliche Erscheinungen, wo man durch eine veränderte Lage der Metallplatten oder der feuchten Zwischenkör-

per entweder die Thätigkeit des Galvanismus befördern oder hindern kann.

Nach allen diesen Rücksichten sieht man, daß die Anatomie, die Physiologie und die Physik sich vereinigen um die vollkommenste Identität dieser Organe darzuthun. Man sieht also, daß alle diese Systeme von der Natur angeordnet und so in eine Organisation vereinigt sind, und sich auf eine und dieselbe Kraft und Thätigkeit reduciren, daß wir selbst unter verschiedenen Modifikationen, welche durch mehrere Mittel hervorgebracht sind, dieselben Wirkungen erhalten. Ich zweifle nicht, daß, wenn wir unsre Kenntnisse über die elektrischen Fische erweitern, wir auch die Vorstellung einer wahren thierischen Säule, welche in ihren Organen wirksam ist, immer mehr werden bestätigen können. Ich glaube sogar, daß sich die Vorstellung dieser Wirkungsart nicht bloß auf einige Fische erstrecken wird, sondern daß wir sie selbst noch einmal bis zu dem Thierreiche werden ausdehnen müssen. Ich bemerke mit Herrn Geoffroy daß fast alle Thiere Nerven haben, welche sich in die Haut verlieren; alle haben unter der Haut mehr oder weniger Zellgewebe und also gewissermaßen auch ein elektrisches Organ. Wenn man nun annimmt, daß die Absonderungs-Gefäße eine weißlicht-gelatinöse Substanz zwischen den kleinen Blättern des Zell-

gewebes aussondern, durch welches die Haut mit den Muskeln verbunden wird; so hat man sehr leicht eine Idee, wie diese Ergießung die Entstehung einer wahren thierischen Säule befördern kann, und zwar nicht allein bey den Fischen, sondern bey allen andern Thieren. Diese Hypothese wird, wenn sie erst durch viele Thatsachen zur Gewißheit geworden ist, das Wunderbare erklären, daß manche Menschen mit ganz besondern elektrischen Eigenschaften versehen sind, welches die Aufmerksamkeit verschiedener gelehrter Gesellschaften auf sich gezogen hat *).

Ich glaube jedoch, daß die Wirkungen dieser Säule nicht bey allen Individuen gleich seyn werden; die Verschiedenheiten in der Organisation und Ordnung der Theile, in Ansehung der Zahl und des Verhältnisses ihrer Grundstoffe, müssen nothwendig auch Verschiedenheiten in der Wirkungsart hervorbringen. Wer weiß nicht, wirklich, daß jede Secretion, jede Verrichtung, auf verschiedene Weise abweichen muß, nicht nur bey den verschiedenen Klassen, Ordnungen,

*) Acta Academiae Petropolitanae an. 1779. Mémoires de l'académiae des sciences. 1777.

Arten und Gattungen, sondern selbst zu verschiedenen Zeiten bey einem und demselben Individuum. Und warum sollte in Ansehung der elektrischen Secretion eine so große Abweichung von diesem allgemeinen Gesetze Statt finden?

Fünfte Abhandlung.

Versuche über die thierische Elektrizität, dem berühmten Prof. Lacepete 1797 mitgetheilt.

Erlauben Sie, daß ich Ihnen meine fernere Beobachtungen über die thierische Elektrizität übersende. In meinen vorigen vom Institute zu Bologna 1795 bekannt gemachten Versuchen bewies ich den unüberwindlichen Widerstand, den die Flamme der thierischen Elektrizität entgegensetzt. Ich hatte in zwey 1794 herausgegebenen Abhandlungen bewiesen, daß die Leidner Flaschen eine ganz von der gewöhnlichen abhängige Form haben können und doch dieselben Resultate zeigen. Endlich wünschte ich in physiologischer Hinsicht noch mehr Aufklärungen über die elektrischen Anziehungen. Diese damals nur oberflächlichen, jetzt aber durch weitere Versuche ausge-

bildeten Ideen, machen den Gegenstand der gegenwärtigen Abhandlung aus *).

§. 1.

Von der Leitungsfähigkeit der Flamme.

Die Leichtigkeit, mit welcher die thierische Elektrizität sich verschiedenen leitenden Körpern mittheilt, wie ich schon oft bemerkt habe, veranlaßte mich zu dem Versuche mit der Flamme, welche nach der Meinung der Physiker den ersten Platz unter den Leitern behauptet, und ich wollte auf diese Weise Galvani's Theorie durch einen neuen Beweis verstärken. Ich nahm also zwey Leiter, welche auf einer Seite mit zwey auf

*) Meine Verhältnisse und die Begierde, in mein Vaterland zurückzukehren, erlaubten mir nicht diese Abhandlung ganz nach dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse abzufassen. Ich habe den von Amoretti 1798 in den Opusculis de Milan abgedruckten Auszug, jedoch mit mehreren Zusätzen abdrucken lassen (Ich hätte hier füglich noch viele Zusätze aus Deutschen Schriften machen können; unterlasse es jedoch, da das Publikum, für welches diese Abhandlung eigentlich paßt, alles Neuere schon aus den Deutschen Journalen kennt. Da ich überdem mehr einen gedrängten Auszug aus Aldini's Werke machen will; so würde es im ersten Falle zu voluminös werden. M.)

die Nerven und Muskeln eines präparirten Frosches gelegten Armaturen communicirten, mit den beiden andern Enden aber kaum eine Linie breit von einander entfernt waren, und in diesem Raume war eine helle Flamme, so daß also nun der Bogen aus lauter leitenden Körper geschlossen war. Demungeachtet sah ich zu meiner großen Verwunderung keine Zusammenziehung. Zuerst glaubte ich, daß die Ursache nicht in der Flamme läge, welche, vermöge ihrer leitenden Kraft, doch viel zur schnellern Zusammenziehung der Muskeln beitragen sollte.

Der geschickte Künstler Malagrida veränderte meine Versuche auf verschiedene Weise und füllte den Zwischenraum beider Leitungsdräthe mit einer durch einen fortdauernden Luftstrom in beständiger Bewegung gehaltenen Flamme aus, und doch zeigten sich keine Zusammenziehungen der Muskeln. Diese Resultate schienen so befremdend, daß die von den Physikern so gerühmte Leitungsfähigkeit der Flamme in Zweifel gezogen wurde; einige glaubten, daß sie vermöge ihrer spitzen Gestalt ableite; andere, daß der Körper der Flamme für einen schwachen Elektrizitätsgrad nicht die nöthige Leitungsfähigkeit besitze. Diese letzte Meinung wird durch die fettigen und öhlichten Theile, welche die Flamme unterhalten, noch bestätigt und die man gewöhnlich für idio-

elektrisch hält. Dasselbe ist der Fall mit dem Sauerstoffe, welcher nach Lamark's mikroskopischen Beobachtungen sehr fein ist und noch ausgedehnt wird.

Ich für meinen Theil, weit entfernt, daß die Flamme ihrer Leitungsfähigkeit beraubt sey, glaubte im Gegentheil, daß die zu große Leitungskraft die Ursache dieser Erscheinung seyn möchte. Ich glaube wohl, daß die Theile, welche die Flamme ernähren, gewöhnlich idio-elektrischer Natur zu seyn pflegen, sie verlieren aber diese Eigenschaft während der Verbrennung und werden leitende Körper.

Wenn ich bey diesem Versuche zwischen den beiden Leitern etwas von dem Löthrohre geschmolzenes Glas brachte, so erschienen die Contraktionen; und diese Thatsache beweiset zur Genüge, daß das Feuer und die Verbrennung idio-elektrische Körper in leitende verwandeln könne. Hier ist aber zwar die Substanz der Flamme auf der einen Seite zur Fortleitung geschickt, auf der andern Seite ist aber ihre Gestalt zur Ableitung des elektrischen Fluidums geschickt. Die außerordentliche Leitungsfähigkeit der Flamme kann also den freien Uebergang der thierischen Elektrizität hemmen, ohne welchen sich aber keine Zusammenziehungen erwarten lassen. Obgleich ich

sehr geneigt war, diese Meinung anzunehmen, so glaubte ich zur Entscheidung dieser Frage doch erst bestimmte Versuche angeben zu müssen.

Ich bezeuge hier dem berühmten Professor Moskati meinen Dank, der mich 1796 veranlaßte, die Elektrizität der Flamme mit den neu erfundenen Elektrometern zu prüfen, und nach seiner Anleitung habe ich die, obige Meinung bestätigenden, Versuche gemacht. Ich leite den elektrischen Strom durch das Bennet'sche Elektrometer gegen einen eine Linie entfernten Leiter zu. Den Zwischenraum konnte ich nach Belieben durch eine Flamme ausfüllen. Das Fluidum geht also frey durch, der Elektrometer zeigt keine Divergenz, und folglich ist die Flamme ein herrlicher Leiter. Noch mehr! ich vergrößere den Zwischenraum bis zu einem Zolle mehr oder weniger nach der Stärke des elektrischen Stroms, ohne die Flamme in diesen Zwischenraum zu bringen und zu meiner größten Verwunderung zeigt das Elektrometer keine Divergenz. Ich entferne die Flamme ganz und die Divergenz erscheint. Dieser zweite Versuch scheint mir den ersten zu bestätigen; denn wenn die Flamme in der Entfernung eines Zolls die Elektrizität vertheilen kann, wie viel mehr wird sie es nicht bey unmittelbarer Berührung des Leiters können.

Endlich setze ich die Elektrizität durch das Bennet'sche Elektrometer in Bewegung und nähere wechselsweise bald den Körper der Flamme und bald die Spitze auf vier, drey und weniger Linien; im ersten Falle hört das Elektrometer auf zu divergiren und im zweiten zeigt es wenig oder gar keine Veränderung. Aus allen diesen Versuchen darf man, meiner Meinung nach, schließen, daß, wenn man die leitende Kraft der Flamme auch beim schwächsten Elektrizitätsgrade anwendet, sie doch weit stärker leitet, als die Metalle und andre Körper.

Durch diese Versuche vergewissert, kehre ich mit größern Muthe zur thierischen Elektrizität zurück, um meine Untersuchungen an dieser fortzusetzen. Bey gleichen Wirkungen sind auch gleiche nach denselben Gesetzen wirkende Ursachen. Die Flamme verhindert die Bewegung des Bennet'schen Elektrometers auf der einen Seite und verhindert auf der andern den Durchgang der thierischen Elektrizität; im ersten Falle findet folglich keine Bewegung des Elektrometers, im zweiten keine Zusammenziehungen der Muskeln Statt. Ich kann aber mit Gewißheit behaupten, daß die Bewegung des Elektrometers durch die Flamme verhindert wird, warum sollte ich nicht gleichfalls behaupten, daß die Muskelbewegung durch eine Ableitung der thierischen Elektrizität

gehemmt wird, indem diese von der Flamme abwärts geleitet, ihren Lauf nicht vollenden und folglich keine Zusammenziehungen der Muskeln hervorbringen kann?

§. 2.

Verschiedene Construktionen der Leidner Flasche.

Ich gehe jetzt zur Leidner Flasche über, welche durch die interessanten Erscheinungen, welche sie uns darbietet, allerdings die Aufmerksamkeit der Physiker auf sich ziehen muß. Ich will einige zylindrische Glasröhren versuchen, von denen einige auf einem Ende offen, andre auf beiden Seiten hermetisch geschlossen, einige ganz und andre nur auf zwey Drittheile mit Wasser gefüllt waren. Ich fasse den untern Theil dieser Cylinder etwas unter der Oberfläche der darin enthaltenen Flüssigkeit mit der Hand und umgebe den Cylinder mit einer metallischen Armatur, welche ich mit dem geladenen Conduktor in Verbindung bringe. Nachdem sie hinlänglich elektrisirt sind, nehme ich die mit beiden Arten Elektrizität geladenen Glasröhren weg. Die Ladung zeigt sich durch starke Stöße und Erschütterungen und ich habe hier also eine Leidner Flasche, in welcher ein idio-elektrischer Körper die innere und äußere

Armatur trennt und wo die Erschütterung Statt findet, obgleich die elektrische Materie sich der innern Armatur des hermetisch-eingeschlossenen Wassers nicht direkt mittheilt und der Bogen auch nicht an beide äußere Armaturen stößt, wie dies bey den gewöhnlichen Flaschen der Fall ist. Man sieht leicht die Verschiedenheit dieser Flasche von der gewöhnlichen und folglich auch die Nothwendigkeit, sie auf allgemeine Grundsätze zurückzuführen.

Es scheint mir, als wenn, ungeachtet der verschiedenen Gestalt der Leidner Flaschen, das elektrische Fluidum doch auf dieselbe Weise wirke und dieselben Gesetze befolge. Wenn ich jedoch die Struktur des eben beschriebenen Glascylinders genau untersuche; so möchte ich in demselben die Wirkung zweier gewöhnlicher Flaschen sehen, welche in eine einzige verbunden und vereinigt sind. Man betrachte den Apparat des Prof. Barletti, welcher aus zwey gewöhnlichen so mit einander verbundenen Flaschen besteht, daß die erste an den geladenen Conduktor, die zweite aber an der äußern Armatur derselben befestigt wird. Es sind in diesem Falle vier Armaturen, von den zwey, die erste und die letzte, äußerlich und durch die Glasfläche von einander getrennt sind; die beiden andern sind in der Mitte und stehen so mit einander in Verbindung, daß sie nur

nur eine zu bilden scheinen. Wenn man sich dieses Apparats bedient; so findet die Entladung doch Statt, wenn man einen Bogen zwischen den beiden äußern Armaturen anbringt.

Man sieht nun diese vier Armaturen ganz deutlich in dem angegebenen Glascylinder. Das unter der Oberfläche des Wassers äußerlich befindliche Metallplättchen, ist eine Armatur, die zweite wird durch die an der Oberfläche des Wassers umgelegte Hand gebildet und dies sind nun die beiden äußern Armaturen. Das Wasser, welches im Cylinder befindlich ist, zeigt die zwey andern Armaturen, welche, wie die beiden mittlern Armaturen, in Barletti's Apparate mit den beiden verschiedenen Elektrizitäten geladen werden müssen, welches, ungeachtet ihrer wechselseitigen Verbindung, auch geschieht. Die erste äußerliche an dem Conduktor befestigte Armatur kann sich nicht positiv laden, ohne daß das Wasser an seiner Oberfläche negativ elektrisch wird und selbst das in der Glasröhre enthaltene Wasser kann sich seiner eigenthümlichen Elektrizität nicht entladen, ohne dem untern Theile des Wassers die negative Elektrizität mitzutheilen. Man hat also in den beiden innern Armaturen das Wasser mit beiden Elektrizitäten geschwängert, indem der eine Theil positiv, der andre negativ elektrisirt ist.

Endlich kann nach dem bekannten Gesetze der Flaschenladung der untere Theil des Wassers nicht positiv elektrisch werden, ohne daß der entgegengesetzte obere Theil, welcher zunächst der Hand liegt, negativ elektrisch wird. Nach dieser Analyse der verschiedenen Elektrizität der, die Glasröhre ausmachenden, Armaturen, die ich eben beschrieben habe, wird es nicht mehr befremdend scheinen, daß wenn man einen Bogen von der negativ elektrischen Hand an die äußere Armatur, welche positiv elektrisch ist, bringt, man die Entladung erhält und folglich einen elektrischen Stoß bekommt.

Da ich bey meinen Versuchen vermuthete, daß diese Erscheinung, wenigstens größtentheils, von der Dünne des Glases abhängen möchte, so wählte ich ganz besonders dünne Gläser und erhielt die Entladung sogar ohne elektrische Armatur. Die Erfahrung bestätigte mir dies Resultat beständig, obgleich ich es mehr als zwanzigmal in öffentlichen Vorlesungen wiederhohlte. Gewöhnlich bediente ich mich kleiner Cylinder von fünf bis sechs Zoll Länge und einem halben Zoll im Durchmesser, füllte sie ganz oder zwey Drittheile mit Wasser und schloß sie hermetisch. Man hat auf diese Weise eine geladene elektrische Flasche, in welcher keine Berührung zwischen der innern und äußern Armatur Statt findet, und welche demungeachtet starke Erschütterungen giebt.

Man sieht, daß bey dieser Flasche die Feuchtigkeit oder die heterogenen Theile der Luft einen Ueberzug machen, welcher hinreichend ist, die Stelle einer Armatur für die positive Elektrizität zu vertreten, welche sich nachher mit der negativen Armatur, an welcher die Hand liegt, in Verbindung setzt. Wenn die Person, welche die Flasche hält, sich isolirt, so findet die Ladung und Entladung nicht Statt.

Nach dieser Uebersicht kann man sehr leicht die ungewöhnlichen Erschütterungen erklären, welche die Physiker oft bey ihren Versuchen erhalten. Mehr als einmal erhielt ich, wenn ich den Blitz in den Glasröhren betrachtete, in welchen Quecksilber hin und her läuft, eine elektrische Erschütterung, welche sich recht gut auf die angegebene Weise erklären läßt. Diese Versuche dienen auch zur Erklärung der Elektrizität des Zitterrochens und gewisser Erscheinungen des Tourmalins, welche die Physiker noch nicht erklären können.

§. 3.

Erscheinungen in Hinsicht der elektrischen Anziehungen.

Die Uebersicht der elektrischen Anziehungen überzeugten mich, wie sehr Versuche zur Aufklä-

rung dieses wichtigen Gegenstandes nöthig sind. Hier sind meine in der Hoffnung, genügende Resultate zu erhalten, angestellten Versuche. Nachdem ich etwas positive und negative Elektrizität auf dem Elektrophor gesammelt hatte *), warf ich einige pulverisirte Substanzen aus allen drey Naturreichen darauf. Aus dem Mineralreiche nahm ich Zinn- und Bleykalk, Glas, Spießglas Messing, Stahl und anderes gefeiltes Metall. Aus dem Pflanzenreiche Mehl von Rocken,

*) Obgleich ich in diesen Versuchen immer ein Harzelektrophor gebraucht habe, so kann man sich doch recht gut einer bloßen Glasplatte bedienen, welche weit einfacher und bequemer ist; man hat die Flüchtigkeit und den schnellen Durchgang des elektrischen Fluidums nicht zu fürchten, welche man gewöhnlich den gläsernen Elektrophoren zuschreibt. Eine Crystallscheibe von sieben Zoll im Durchmesser bleibt in der schönen Jahrszeit mehrere Wochen geladen. Man kann sich auf folgende Weise leicht einen elektrischen Apparat machen, wenn man nur eine isolirte Metallplatte hat. Die Isolirung kann durch einen Fajence Teller oder durch ein gewöhnliches Glas geschehen, und man hat einen Elektrophor, der elektrische Funken giebt. Ich habe diese auch von polirten Marmor- und Lavaplatten erhalten. Kleine Stücke Crystall zeigen eine auffallende Elektrizität, eine kleine Scheibe von zwey und einem halben Zoll im Durchmesser gab mir Elektrizität genug, um mehreremale den Wasserstoff in der elektrischen Pistole zu entzünden.

Mais, Gerste und die Asche von mehrern Pflanzen, und endlich aus dem Thierreiche gepülverte Tausendfüße, Knochen und Eyerschaalen. Wenn man diese gepülverten Substanzen auf das Elektrophor wirft, so werden sie alle angezogen, jedoch ist diese Anziehung bey der geringsten Veränderung der Umstände sehr verschieden. Man mußte also die Ursachen dieser verschiedenen Resultate aufsuchen. Diese Untersuchung gab mir Gelegenheit, die Operationen zu modificiren und die Resultate in den drey folgenden Verbindungen zu untersuchen. 1. Die gepülverte Substanz mußte der Wirkung beider Elektrizitäten unterworfen werden. 2. Verschiedene Substanzen mußten mit derselben Elektrizität untersucht werden. 3. Endlich mußten verschiedene angezogene Substanzen zu gleicher Zeit mit beiden Elektrizitäten untersucht werden.

Ich nehme zu diesem Ende irgend eine gepülverte Substanz z. B. das rothe Bleyoxid, und lade dann einen Harzkuchen durch eine Flasche zum Theil mit positiver Elektrizität; Mennigpulver nimmt, auf die Platte gestreut, eine sternartige Gestalt an; ich lade dann einen andern Theil mit negativer Elektrizität und dasselbe Pulver zeigt eine Reihe von lauter kleinen Kreisen. Wenn man also mit denselben gepülverten Substanzen nach einander Versuche anstellt, so

zeigt es sich, daß sie sich ohne Untersuchung bald in ästige, bald in kreisartige Formen vereinigen, je nachdem diese oder jene Elektrizität auf dieselben angewendet wird. Alles, was ich hier gesagt habe, gilt von dem ersten Punkte der Untersuchung.

Darauf wandte ich zuerst bloß die positive Elektrizität an und vermischte zwey verschiedene Substanzen in gleicher Dosis, bringe sie auf das Elektrophor z. B. den Schwefel und Mennig und ich sah, daß der Schwefel kleine Sterne bildete und sich von dem Mennig absonderte, welcher, über die ganze Fläche verbreitet, keine regelmäßige Gestalt zeigte. Ich lade von neuem den Elektrophor bloß mit negativer Elektrizität, schütte wieder dieselben Substanzen auf und sehe im Gegentheil, daß sich der Mennig in einen Kreis zusammenzieht, dahingegen der Schwefel isolirt und unordentlich herumliegt. Der Mennig scheint also, da er in dem ersten Versuche bald eine sternartige, bald eine zirkelförmige Substanz annahm mehr von der negativen als positiven Elektrizität angezogen zu werden.

Nachdem ich beide Elektrizitäten auf den Harzkuchen geleitet hatte, streue ich zwey verschieden gefärbte pulverisirte Substanzen auf, damit man ihre Absonderung desto besser beobach-

ten kann z. B. Schwefel und Bergcrystall. Man sieht mit Verwunderung, wie dieser künstliche Staub sich im Augenblicke der elektrischen Einwirkung zersetzt, so daß sich die Schwefel- und Crystalltheilchen von einander trennen und sich in kreisartige und sternähnliche Formen vereinigen. Dasselbe findet mit einer gleichen Mischung von Kupfer und Bleyweiß, von Spießglas und Messing, von Mennig und Kornmehl Statt. — — —

Will man die Ordnung der Versuche verändern, so muß man zuerst die gepülverte Substanz auf den Harzkuchen schütten und dann zu verschiedenenmalen und an verschiedenen Orten den Leiter einer positiv geladenen Flasche annähern; die Substanzen fliegen zurück und bilden einen Stern; bloß in den Punkten, wo die positive und negative Elektrizität zusammentreffen, haben die Substanzen keine sternförmige, sondern eine ganz unregelmäßige Gestalt. Man beobachtet diese Erscheinung gleichfalls auf einer Glasplatte. — —

Diese ersten Versuche bewogen mich, dieselben an flüssigen Körpern zu wiederhohlen *). Ich

*) Das Oehl zeigt mehrere Erscheinungen, welche seine Neigung zur Ausdehnbarkeit bestätigen. Wenn man einige Tropfen Oehl auf die Oberfläche einer bloß mit einem Leiter elektrisirten Wassermaße schüttet; so sieht man, daß sich dieselben ins Unendliche vertheilen, so daß sie so klein wer-

legte also eine runde sechs zöllige metallische Armatur auf einen Harzkuchen und goß etwas Oehl

den, daß man sie nur mit Mühe zählen kann. Dasselbe geschieht, wenn man etwas Oehl in eine mit Wasser gefüllte geladene Leidner Flasche schüttet; das Oehl folgt der elektrischen Anziehung unglaublich schnell. Ich nehme eine zu beiden Seiten offne Glasröhre, welche ungefähr sechs Zoll lang und drey bis vier Linien im Durchmesser hat, tauche das eine Ende einen halben Zoll tief in Oehl, während ich mit dem Finger das andre Ende fest zuhalte, damit das Oehl durch den Druck der Luft in der Röhre erhalten wird. Unter diesen Umständen halte ich die Röhre an einen starken elektrisirten Conduktor und sehe schon auf vier Zoll Entfernung, daß sich das Oehl als eine Fontaine in drey Strömen gegen den Conduktor erhebt und ganz hinströmt. Mit Terpentinöhl gelingt der Versuch noch besser. Goß ich Oehl auf das Wasser einer geladenen Flasche; so entstand eine solche Aufwallung und Unruhe in der ganzen Masse, daß die Blasen gegen die Wände des Glases zerplatzten und die Ruhe konnte nur durch das Gleichgewicht der äußern und innern Armatur wiederhergestellt werden. Man hatte schon zu Plinius Zeiten bemerkt, daß beim Sturm die Wellen um ein Schiff bis auf einen gewissen Grad konnten beruhigt werden, wenn man eine hinreichende Menge Oehl ins Wasser goß. Herr Leyeld und Prof. Frisio muntern die Physiker zu diesen Versuchen auf und ich wünschte selbst sehr über den Grund oder Ungrund dieser Behauptung belehrt zu werden.

rund um dieselbe herum, dann elektrisirte ich sie positiv mit einer geladenen Flasche; ich sah nun daß sich das Oehl überall hin verbreitete und in divergirenden Strahlen vertheilte, so daß es gleichsam eine kleine Sonne vorstellte. Dann legte ich auf demselben Harzkuchen eine andre der vorigen ganz gleiche Armatur, elektrisirte sie wiederum positiv und das Resultat war dasselbe. Ich legte dann die Armaturen so, daß die Strahlen beider sich nicht berühren konnten und wenn ich nun negativ elektrisirte, so bemerkte ich, daß die Strahlen beider Armaturen, welche vorher nur einen gewissen Raum einnahmen, sich jetzt gegen einander fortsetzten und sich in eine gerade oder schiefe Linie vereinigten.

Nachdem ich hier von den Erscheinungen der künstlichen Elektrizität gesprochen habe, gehe ich zu der natürlichen über. Der Schnee bildet keine Kugeln oder Sterne oder unregelmäßige Flocken. Ich glaube nun, nach den vorigen Versuchen, daß die Sterne positiv elektrisch sind, die kleinen Kugeln hingegen negativ und die unregelmäßigen Flocken beide Elektrizitäten zugleich besitzen. Man darf sich nicht wundern, wenn der Elektrizität viel Antheil an der Bildung des Schnees zugeschrieben wird; denn wenn im Sommer zu viele Elektrizität Hagel hervorbringt, wie viele Physiker glauben, so kann eine schwache, zu

einer andern Jahreszeit auch wohl Schnee hervorbringen.

Beyer, der berühmte Physiker in Paris, zeigte mir ähnliche Anziehungen, welche die atmosphärische Elektrizität auf dem Elektrophor hervorgebracht hatten. Man kann durch die verschiedenen angegebenen Substanzen also den verschiedenen Zustand der Luftelektrizität prüfen und allmählig wird man auf diesem Wege verschiedene Lufterscheinungen erklären lernen. (Im Vorbeigehen erinnere ich hier an Chladni's Versuche mit dem Violinbogen, mit welchem er Glasscheiben streicht, die vorher mit gepülverten Substanzen bedeckt sind.)

Während dem Schneien müßte man die atmosphärische Elektrizität sammeln, um zu sehen, welche Gestalt verschiedene gepülverte Substanzen auf dem Elektrophor bekommen, um diese dann mit den durch gleichen Grad von künstlicher Elektrizität hervorgebrachten Gestalten zu vergleichen, als wodurch mit der Zeit die verschiedene Beschaffenheit der Dünste erklärt werden könnte.

Bartolini, Cassini und andre Physiker hatten schon in den kleinen Sternen des Schnees sechs regelmäßige Strahlen, jede in ei-

nem Winkel von 60° bemerkt. Beccaria versuchte diese Neigung zur sechswinklichten Bildung dadurch zu erklären, indem er annahm, daß die Dünste in den Wolken in einer Fläche gleich weit von einander befindlich wären und er glaubt, daß jedes als Mittelpunkt anzusehendes Dunststäubchen eine von den ihn umgebenden entgegengesetzte Elektrizität besitze und folglich diese anziehe, welche dann wieder andre anziehen, bis das Sechseck gebildet ist.

Ich glaube, daß die Elektrizität der Körper, auf welche sie wirkt, die sechseckige Gestalt giebt. Hier sind die Versuche, welche mich zu dieser Hypothese führen. Ich elektrisirte verschiedene Punkte des Elektrophors und schüttete verschiedene gepülverte Substanzen darauf. Ich bemerkte kleine Sternchen, welche nach der Stärke der Ladung zwölf, achtzehn selbst vier und zwanzig Strahlen hatten. Wenn ich dem Elektrophor durch eine an der Leidner Flasche befestigte Metallspitze die Elektrizität mittheilte, so erschienen die Sternchen desto deutlicher.

Ich kann nicht gewiß bestimmen, ob es bloß Zufall war, daß die Zahl der Strahlen allemal den Multiplikator sechs enthielten. Bey einem ganz schwachen Grade der Elektrizität hatten die

Sterne bloß sechs Strahlen und waren fast nur eben so groß und eben so gebildet als der Schnee.

Ich habe diese Versuche an flüssigen Körpern auf folgende Weise wiederhohlt. Ich habe einige einzelne Tropfen Oehl auf die Oberfläche des Elektrophors gegossen und in der Mitte eines jeden Tropfens eine Nadel senkrecht eingesteckt, dann entladete ich einen schwachen Grad der Elektrizität an dem obern Ende der Nadeln und ich sah auf diese Weise mehreremale flüssige sechseckige Sterne. Es schien mir jedoch, als bemerkte ich sie beständiger bey den pulverisirten Substanzen; ich zweifle aber nicht, daß, wenn man den Versuch auf verschiedene Weise wiederhohlt, man bey festen und flüssigen Körpern einerley Resultate erhalten wird.

Ich glaube hier die Abweichungen angeben zu müssen, welche sowohl theils wegen der kleinsten Unregelmäßigkeit des Harzkuchens, theils auch wegen der verschiedenen Adhäsion der Bestandtheile des Oehls Statt finden können. Man muß die elektrische Kraft außerordentlich vermindern, wenn man bey diesem Versuche das wesentliche Terpentinöhl anwendet, weil sich dann die Flüssigkeit mit einer unglaublichen Schnelligkeit als eine brennende Sonne zeigt. Ich stellte auf dem Elektrophor in einer Linie und gleicher Ent-

fernung mehrere Nadeln in dem Mittelpunkte einzelner Oehltropfen und so wie ich die Elektrizität auf die erste anwendete, so verbreitete auch schon die zweite bloß vermittelst der elektrischen Atmosphäre den Tropfen in einen Stern. Ich bemerke jedoch, daß, wenn die durch diesen Apparat erregte Elektrizität fähig ist, gepülverte Substanzen in verschiedene Formen zu zertheilen, es auch wahrscheinlich ist, daß dieses nämliche in den Wolken angesammelte Fluidum den gefrornen Dünsten, welche sich uns als Schnee darstellen, ähnliche Formen geben kann. Ich glaube sogar, daß man selbst aus der Gestalt des Schnees einen neuen Beweis für die Mitwirkung der Elektrizität bey dieser Lufterscheinung hernehmen kann. Man sieht, daß man nur einer sehr schwachen Elektrizität bedarf, um auf der Fläche des Elektrophors kleine sechseckige Sterne hervorzubringen. Man sieht auch, daß die Atmosphäre im Winter nicht gerade, wie in andern Jahrszeiten mit Elektrizität überladen ist, und folglich kann sie um desto eher den Schnee bilden. Ich bemerke noch, daß, weil die Atmosphäre auf einmal nur positiv oder auch negativ elektrisch seyn kann, man auch nie verschiedene Gattungen Schnee mit einander vermischt fallen sieht; sie fallen allmählich nach einander, entweder an einem andern Tage oder doch zu einer andern Stunde. — Ich halte es jedoch

für zweckmäßig, aus den hier aufgestellten Versuchen folgende Folgerungen zu ziehen.

I. Ist der Einfluß der Elektrizität auf chemische Absonderungen unleugbar. Man weiß, daß Bergmann durch den elektrischen Funken die Luftsäure aus der atmosphärischen Luft ausschied; andre Chemiker haben ähnliche Resultate bey andern Substanzen erhalten.

II. Die Elektrizität vermag sehr viel zur Trennung und Vereinigung der Theile eines Körpers; sie scheint gleichsam eine auswählende Kraft zu besitzen, vermittelst welcher sie einige Körper leichter anzieht, als andre, woraus sich also auf den größern oder geringern Grad der Leitungsfähigkeit der verschiedenen Körper schließen läßt.

III. Die Einwirkung der künstlichen Elektrizität bringt in den Körpern verschiedene Formen hervor und vereinigt sie in Strahlen, Zirkel oder unregelmäßige Figuren. Warum sollte also die natürliche Elektrizität nicht eben so wirken können? Da dieser Grundsatz, wie ich schon gezeigt habe, sehr viel zur Bildung des Schnees beiträgt; so werden wir leicht einsehen, wie es kommt, daß er bisweilen in der Gestalt kleiner regelmäßiger Sternchen fällt, zu andern Zeiten

aber wie kleine Kugeln und endlich in wirklich unregelmäßigen Flocken. Ich vermuthe mit Gewißheit, daß die Physiker einst aus der Form des gefallenen Schnees die Gattung der Elektrizität werden bestimmen können, welche ihn hervorgebracht hat, und sie würden auch, durch Messung des Zustandes der Atmosphäre im Winter, mittelst des Elektrometers meine hier angegebenen Vermuthungen bestätigen können.

IV. Das Grundgesetz, nach welchem Körper von einerley Elektrizität sich einander abstoßen, die von verschiedener Elektrizität sich aber im Gegentheile anziehen, ist allgemein bekannt. Die Physiker hatten bisher dies Gesetz nur an festen Körpern bestätigt gefunden; wir können jetzt die Anwendung selbst bis auf die flüssigen ausdehnen, an welchen bis jetzt noch Niemand Versuche in dieser Hinsicht angestellt hatte. Wirklich habe ich auch bemerkt, daß zwey Tropfen verschieden elektrisirter Flüssigkeit so lange sich über die Oberfläche des Elektrophors in Strahlen verbreiteten, bis sie sich erreichten, wodurch eine wirkliche Anziehung bewiesen wird.

V. Wenn man die Struktur der Leidner Flasche verändert und die metallischen Armaturen wegläßt; so besitzt das Glas doch zwey entgegengesetzte Elektrizitäten, und bringt eine Entladung

hervor; dies beweisen die oben beschriebenen Glasröhren, welche doch mit beiderley Elektrizität geladen werden können, obgleich das Wasser, welches die innere Armatur ausmacht, gänzlich von der äußern Armatur durch das Glas selbst getrennt ist. Wenn wir solche Resultate mit unserm Apparate bewirken können; so kann die Natur, welche so reich an Mitteln ist, um desto leichter in der thierischen Maschine einen Apparat hervorbringen, welcher der Leidner Flasche gleicht, die Cirkulation des elektrischen Fluidums befördert und so die Muskelbewegungen hervorbringt.

Dies waren meine Vermuthungen, die ich vor der Entdeckung der Säule 1797 bekannt machte; man sieht daraus, daß die Voltaische Säule ganz zu diesen Ansichten paßt, und daß sie Galvani's Theorie und meine Versuche nur noch mehr bestätigt.

* * *

Ich habe zu London bey Herrn Culthbertson, einem geschickten Künstler gesehen, daß, wenn man ein brennendes Licht zwischen zwey Leitungsdräthen, einen positiv und den andern negativ elektrisirt setzt, der Knopf des letztern allemal wärmer ist, als der des erstern; ich wiederhohlte diesen sonderbaren Versuch im physischen

schen Kabinet der medicinischen Schule zu Paris den 1ten Messid. des 11ten Jahres. Wir stellten die Kugeln der Leiter ungefähr 42 Millimeter (6-7 Linien) vom Mittelpunkte der Flamme und drehten die Maschine drey Minuten lang. In demselben Augenblicke, da wir die Kugeln mit den Händen ergriffen, empfanden wir auf der negativen Seite mehr Wärme, als auf der positiven. Wir wiederhohlten den Versuch, indem wir die Spitze des negativen Leiters ein Drittheil weiter als den positiven vom Mittelpunkte des Lichts entfernten; das Resultat blieb aber dasselbe. Auch drehte sich die Flamme allemal etwas mehr auf die negative Seite. Dieser Versuch stimmt mit dem überein, wo die Karte allemal bey der Entladung der Leidner Flasche von der Seite des negativen Conduktors durchbohrt wird. Ich füge hier noch hinzu, daß der Professor Pegg und der Doktor Bancroft die Flamme mit dem neuen galvanischen Apparate bald mit kalt- bald mit warmblütigen Thieren, aber immer mit gleichem Erfolge, angewendet haben. Diese Versuche sind zu Oxford im November 1802 mit vielen andern, in meinem Werke angegebenen, angestellt worden.

Sechste Abhandlung.

Ueber den Einfluß der Metalle auf die thierische Elektrizität. Vorgelesen in einer öffentlichen Sitzung der Akademie zu Bologna und im Jahre 1794 bekannt gemacht.

Aus dem Lateinischen ins Französische übersetzt von M. Dessaix.

---

§. 1.

Die Behauptung, daß alle Muskelzusammenziehungen als Erscheinungen der metallischen Elektrizität anzusehen sind, würden unsre bisherigen Ideen von dieser Elektrizität ganz umstoßen, da man dieselben bis jetzt bloß der Organisation der Thiere zuschrieb. Ich hörte während einer sehr heftigen Krankheit von diesem Streite, und gleich nach meiner Wiederherstellung durch Gäl-

vani's Hülfe versprach ich ihm, alles zur Unterstützung seiner Theorie aufzubieten, welche ich mit so vielem Eifer und Ueberzeugung angenommen hatte. Ich gebe hier eine kurze Darstellung meiner zur Vertheidigung dieser Theorie angestellten Versuche und Beobachtungen.

§. 2.

Kaum war die thierische Elektrizität entdeckt worden, so hatte man schon ein äußeres Princip vermuthet, welches durch den Bogen und die Armaturen in Thätigkeit gesetzt werde. Galvani suchte dieser Vermuthung auf verschiedene Weise zu begegnen. Durch die Anwendung eines isolirten Bogens überzeugte er sich, daß der Experimentator nichts von seiner Elektrizität den Thieren mittheilen könne; er isolirte die Frösche von allen sie umgebenden Körpern; er berührte sie weder mit den Händen, noch mit dem Skalpell, sondern bediente sich des Glases und andrer idioelektrischer Körper zur Entblößung ihrer Muskeln und Nerven, und doch zeigten sich die Zusammenziehungen wie gewöhnlich. Er wollte auch noch die Einwirkung der Luft ganz von seinen Versuchen ausschließen; er stellte folglich die Frösche und den isolirten Bogen in ein ganz mit Oehl gefülltes Glas und die Muskularbewegungen zeigten sich in demselben Grade als gewöhnlich.

Diese mitten in einem idio-elektrischen Körper sich wirksam zeigende Elektrizität konnte unmöglich von der Luft abhängen. Während wir uns mit diesen ersten Versuchen beschäftigten, kam Spallanzani von Pavia zurück, äußerte dieselben Zweifel und wurde durch den eben angeführten Versuch widerlegt und gestand aufrichtig, daß dieser Versuch zur Widerlegung der beste und passendste sey, der je aufgefunden werden könnte. — — — — —

§. 3.

Natürlich wurden mehrere Bemerkungen mit diesen Versuchen verbunden. Wie wäre es möglich, daß, wenn die Atmosphäre Ursache dieser Zusammenziehungen wäre, sie einige Theile des Thieres negativ und die andern positiv elektrisch machen könnte? Warum würde die Elektrizität nicht gleichförmig zuströmen, wenn man das Ende eines sehr langen Bogens mit einer idioelektrischen Substanz umwickelt? Wie sollte es zugehen, daß derselbe Bogen von demselben Menschen in derselben Atmosphäre gehalten, bald eine so schwache Elektrizität anzöge, daß sich kaum die dünnsten Froschschenkel bewegen und bald wieder dieselbe so stark sammelte, daß sich der Schenkel eines Kalbes oder Lammes zusammenzieht? Endlich glaubten wir, daß es für die Thiere von

großen Nutzen seyn müßte, durch die innere Elektrizität gegen die etwannigen schädlichen Wirkungen einer zu starken atmosphärischen Elektrizität geschützt zu werden. Ohne diese wäre zu fürchten, daß bey Stürmen der menschliche Körper die um ihn verbreitete Elektrizität in zu großer Menge aufnähme und dadurch zu Grunde gerichtet würde. Ich überlegte dies bey mir genau, um daraus eben so viele Beweise für eine in den Muskeln der Thiere befindliche Elektrizität zu ziehen.

§. 4.

So geschickt nun auch diese Behauptungen waren, diesen Verdacht des Einflusses der Atmosphäre zu vermindern oder gänzlich zu vertilgen, so glaubten doch immer noch sehr viele Personen, gegen die Wirkung der Metalle ein Mißtrauen haben zu müssen, und diese Meinung verbreitete sich täglich mehr und mehr. Carradori suchte diese Meinung mit Gründen und mehrern Beobachtungen in seinen Briefen zu unterstützen; der berühmte Volta aber äußerte in verschiedenen Briefen, die auch nachher im Journal de physique von Pavia abgedruckt waren, sehr bedeutende Zweifel, die sich vorzüglich darauf reduciren lassen, daß man zur Hervorbringung der Muskelzusammenziehungen sich doch im-

mer heterogener Metalle bedienen müsse, von denen eins die Elektrizität anzieht, das andre aber sie mittheilt, und daß nur dann Muskelzusammenziehungen erfolgen, wenn diese doppelte Elektrizität der Metalle sich ins Gleichgewicht setzt.

§. 5.

Wer sollte sich nicht durch eine so einfache und mit so scharfsinnigen Beweisen unterstützte Theorie verführen lassen? Doch hindern mich die von Galvani und späterhin auch von mir angestellten Versuche gänzlich, ihr beizustimmen. Man sieht aus den ersten Abhandlungen von Galvani, daß die Muskeln und Nerven des Frosches, welche, jedes besonders, in zwey mit Wasser gefüllten Gläsern getaucht waren, bey der Annäherung eines metallischen Bogens sich bestimmt zusammenziehen. Diese Zusammenziehung der Muskeln ist also durch einen einzigen Bogen und durch ein einziges Metall hervorgebracht. Frösche, die im luftleeren Raume oder in verdickter Luft erstickt und nachher auf die gewöhnliche Weise secirt sind, zeigen ohne Armatur bloß bey der einfachen Berührung der Muskeln und Nerven mit einem silbernen Bogen Zusammenziehungen und dies bestätigt sich sowohl bey den größten als auch bey den kleinsten Fröschen. Es kann bey diesem einzigen Bogen folg-

lich keine Entwickelung verschiedener Elektrizitäten durch die beiden Metalle Statt finden. Wenn man glaubte, daß dieser Bogen heterogene Metalle in sich vereinigte, so müßte man dies von allen andern Bogen gleichfalls vermuthen, und wenn nun der Bogen gar nicht aus heterogenen Metallen bestünde, so müßte denn doch die Entwickelung und Wirkung der Elektrizität in den verschiedenen Theilen des Thieres gesucht werden.

Galvani zeigte mir darauf, daß er bey eben secirten Fröschen ohne Luftpumpe, ohne Armaturen, bloß durch die Berührung mit einem gleichartigen Bogen, Muskelzusammenziehungen hervorgebracht habe. Carradori erhielt bey seinen Versuchen dasselbe Resultat; er wollte erst diese Thatsache nicht zugeben, überzeugte sich aber bald von der Richtigkeit und Wahrheit derselben. Obgleich meine Beobachtungen vollkommen mit denen dieser berühmten Physiker übereinstimmten, so fand ich doch noch, daß die Luftpumpe ohne weitere Armatur in den Fröschen einen größern Grad von Elektrizität hervorbringe.

§. 6.

Um jedoch durch meine Versuche die thierische Elektrizität immer mehr zu beweisen, so

nahm ich, weil ich die Swierigkeit einsah, ein Metall zu finden, welches ein genau forschender Chemiker für durchaus homogen halten würde, zu einem flüssigen Metall, dem Quecksilber, meine Zuflucht, nachdem ich es vorher auf jede Weise von allen fremden Theilen zu reinigen versucht hatte. Damit dies Metall die Stelle der Armaturen und des Leitungsbogens sicher ausfüllen und vertreten könne, sann ich mehrere Apparate aus, deren jeder, obgleich sie alle zu dem nämlichen Zwecke bestimmt sind, doch eine besondere Beschreibung erfordert, weil sie zu verschiedenem Gebrauche bestimmt sind. Zwey gläserne Gefäße werden eins über das andere gestellt (Tab. III. Fig. 1.); in dem obern, welches mit Quecksilber gefüllt ist, liegt das Rückenmark eines präparirten Frosches; der Boden hat ein Loch, durch welches man willkührlich das Quecksilber so herabfließen lassen kann, daß es die im untern Gefäße liegenden Muskeln in einigen Punkten berührt. Die Muskeln ziehen sich bey dieser Communikation sogleich zusammen, der Bogen und die Armatur sind aber beide von demselben Metall; die Elektrizität ist in beiden gleich; folglich sollte man keine äußere Elektrizität erwarten und also liegt der Grund der Zusammenziehung auch nicht in den Metallen. Sollte aber das Quecksilber, indem es herabfällt, nicht die Elektrizität von den Wänden des Glases mit sich fortziehen,

so wie man oben am Barometer gleich ein elektrisches Licht bemerkt, sobald man nur das Quecksilber in eine kleine Oscillation setzt? Wenn man diese Wirkung des Glases fürchtet und sie vermeiden will, so darf man nur hölzerne Gefäße nehmen.

§ 7.

Bey der Anwendung dieses Apparats muß man sich gegen mehrere Umstände zu sichern suchen, welche nicht dem Apparate, sondern der Ungeschicklichkeit des Experimentators zur Last gelegt werden können. Oft liegt z. B. das Rückenmark bloß oben auf dem Quecksilber und in diesem Falle muß es mit einem Glasstabe niedergedrückt werden, sonst gelingt der Versuch nicht vollständig.

Um diese Anomalien noch besser zu vermeiden, nehme man einen Glasheber mit zwey Armen (Tab. III. Fig. 2.), von denen einer weiter ist und sich in sich selbst aufwärts wie ein Trichter krümmt, der unten eine Oeffnung hat, welche man nach Belieben verschließen kann. In den engen Arm des Hebers gießt man Quecksilber, es geht in den weitern über, kann aber nicht in den mittlern conischen Theil gelangen, wenn man nicht den Propf wegnimmt. In den engen Arm

wird nun das Rückenmark gesteckt, die Muskeln hängen in dem conischen Theil des weiten Arms, in welchen man jetzt Quecksilber einläßt. Dieses bedeckt sogleich die Muskeln und es zeigt sich eine Zusammenziehung, denn es bildet sich vom Rückenmarke zu den Muskeln ein Bogen von Quecksilber, welcher schnell die Zusammenziehung bewirkt.

§. 8.

Zu dem allereinfachsten Versuche habe ich folgendes Verfahren angegeben: Man nimmt ein gläsernes mit Quecksilber gefülltes Gefäß (Tab. III. Fig. 8.), auf welchem die Muskeln eines präparirten Frosches so schwimmen, daß das Rückenmark etwas über der Oberfläche des Metalls an einem seidenen Faden aufgehängt ist, so daß man dasselbe nach Belieben aufziehen und herablassen soll. Wenn man es herabfallen läßt, so entsteht eine Zusammenziehung, welche beim Golde oder Silber, statt des Quecksilbers angewendet, fehlet; jedoch scheint das Gold die thierische Elektrizität besser zu leiten, als das Silber. Diese Erscheinungen finden nicht nur bey einem ganzen Frosche Statt, sondern auch, wenn man ihn der Länge nach, in zwey gleiche Hälften durchschnitten hat. Galvani munterte mich auf, diese Versuche auch an warmblütigen Thieren zu un-

ternehmen. Er selbst unterstützte mich bey diesen Versuchen. Ich hielt einen Schenkel eines Hahnes oder Lammes in vertikaler Richtung, so daß die entblößten Muskeln das Quecksilber berührten; dann hob ich den Schenkelnerven in die Höhe und indem ich ihn bloß fallen ließ (er war gar nicht armirt) berührte er die Oberfläche des Metalls, aber es zeigten sich auch sogleich lebhafte Zusammenziehungen in dem ganzen Fuße, und dies geschah auch bey Anwendung des Apparats. (Fig. 2.) Dies sind die von mir an kalt- und warmblütigen Thieren angestellten Versuche.

§. 9.

Ich wußte wohl, daß die Physiker die bewirkten Zusammenziehungen einer reizenden Kraft des Quecksilbers auf das Rückenmark, oder einer von den umgebenden Körpern mitgetheilten Elektrizität zuschreiben und die eigenthümliche thierische Elektrizität dennoch leugnen würden. Ich schlage diesen Zweiflern folgenden Versuch vor: Man halte mit der Hand das Ende der Froschschenkel, und drücke bloß das Rückenmark auf die Oberfläche des Quecksilbers, so daß die Muskeln das Quecksilber gar nicht berühren. Taucht man das Rückenmark in Weinessig oder Salzwasser; so wird die Zusammenziehung doch sehr oft fehlen, obgleich sie durch eine mechanische

Reizung bewirkt werden könnte, indem beide Körper unter die reizenden Mittel gehören. Man sieht, daß bey dem Hebel (Fig. 2.) kein Druck, sondern nur eine ganz unbedeutende Oscillation des sich ins Gleichgewicht setzenden Quecksilbers wirkt. Auch bey den beiden mit Quecksilber gefüllten Gefäßen schlägt dasselbe nicht unmittelbar auf die Muskeln, wenn es aus dem obern ins untere herabfällt, und dies ist ein neuer Beweis, daß der mechanische Druck an der Zusammenziehung durchaus keinen Theil hat.

§. 10.

Was hatte ich aber auch von diesen excitirenden Mitteln zu fürchten, da es doch ausgemacht ist, daß in sehr vielen Fällen der stärkste Druck keine Zusammenziehung der Muskeln und Nerven bewirkt? Ich habe Versuche an todten Thieren angestellt und zwar nicht in der Zeit, wo ihre Reizbarkeit noch stark und lebhaft war, sondern wenn sie schon dem gänzlichen Erlöschen nahe war. Nadeln, Säuren und die kräftigsten Reizmittel konnten sie nicht mehr beleben, sie schien gänzlich erloschen, und doch sah ich unter diesen Umständen, wenn der Versuch nur nicht gar zu spät angestellt wurde, daß die Reizbarkeit ohne alle mechanische Einwirkung bloß durch den leitenden Bogen sowohl bey kalt- als warmblütigen

Thieren erregt wurde. Was die Frösche anbetrifft, welche zu diesen Versuchen bequemer sind, so habe ich sie einer größern Menge mechanischer Reize unterworfen. Ich tauchte das Rückenmark und die Nerven in Säuren, durchbohrte sie mit einer Nadel, schnitt die Nerven ab, zog oft das ganze Rückenmark aus dem Kanal der Wirbelsäule hervor und alles dieses bewirkte keine Bewegung. Und eben diese Nerven und Muskeln, welche sich gegen alle diese Reizmittel unthätig bezeigten, zogen sich bey der Annäherung des Bogens und der kleinsten Armaturen zusammen. Ich behalte es mir vor, diese Details weiter auseinanderzusetzen, wenn sich eine schicklichere Gelegenheit zeigt, die Haller'schen Reize mit den Wirkungen des Galvanismus zu vergleichen.

§. 11.

Nachdem jeder Zweifel in Ansehung der Excitatoren beseitigt ist, wollen wir auch die Vermuthung einer von außen einwirkenden Elektrizität entfernen. Man nehme einen Glascylinder, der sich in einen Hals endigt, und lege in denselben einen präparirten Frosch mit etwas Quecksilber; man biege den Cylinder nun so, daß das Quecksilber den untersten Theil desselben einnimmt und also den Muskeln statt einer zweckmäßigen Armatur dient; der Hals des Cylinders

wird dann hermetisch zugeschmolzen, so daß durchaus keine Verbindung zwischen dem Frosche und der äußern Luft Statt findet. Wenn man nun der Röhre eine solche Lage giebt, daß das Quecksilber zugleich die Muskeln und das Rückenmark berührt, so entsteht in dem Augenblicke eine lebhafte Zusammenziehung. Wenn man denselben Versuch mit einer in Oehl getauchten Röhre macht, so findet die Zusammenziehung gleichfalls Statt; doch muß man in diesem Falle die Glasröhre etwas aus ihrer Lage bringen, um das Quecksilber so fließen zu lassen, daß sich ein Bogen zwischen den Nerven und Muskeln bildet.

§. 12.

Es ist nicht erlaubt, in diesen Fällen die Bewegungen dem Bogen oder den Armaturen zuzuschreiben, welche, da sie bloß vom Quecksilber gebildet sind, keine doppelte Elektrizität, welche zur Zusammenziehung nothwendig ist, hervorbringen. Und wenn wir selbst unter einer absurden Voraussetzung dem Quecksilber allein eine doppelte Elektrizität zuschreiben wollten, so könnte man doch nur eine einzige Zusammenziehung erwarten, da sich dieselben doch in großer Anzahl nach einander bewirken lassen. Denn wenn die unorganischen Körper sich einmal ihrer natürlichen Elektrizität entladen haben, und nicht von

neuem welche aus den umgebenden Körpern anziehen können, so können sie die verlorne Kraft auch nicht wieder ersetzen; man wird sich aber nicht wundern, diese schöpferische Kraft, welche die leblosen Körper (inertes) nicht besitzen, in den thierischen Theilen so lange zu finden, als dieselben auch nur einen kleinen Theil des Lebensprincips enthalten. Ueberdem läßt sich für den Uebergang der äußern Elektrizität auch nicht der geringste Beweis führen, da die Atmosphäre von dem Rückenmarke durch drey idio-elektrische Körper, die Luft, das Glas und das Oehl, abgesondert ist. Ich versuchte vergebens, dieses Verfahren zu vereinfachen; ich wiederhohlte den vorigen Versuch so, daß ich einen präparirten Frosch in Oehl tauchte, und die Armaturen mit einem isolirten Bogen an denselben brachte. Bisweilen erhielt ich Zusammenziehungen; aber wegen unvermeidlicher Anomalien war ich stets gezwungen, auf meine erste Methode zurückzukommen, denn oft hängte sich unter andern das Oehl an die Armaturen und den Bogen, so daß es eine unmittelbare Verbindung zwischen denselben hinderte.

§. 13.

Ich sah voraus, daß die Anhänger der metallischen Elektrizität mir den Vorwurf machen würden, daß, ich möchte nun die Armaturen an-

wenden oder nicht anwenden, ich mich doch immer des Bogens bedienen wüsse, welcher selbst eine Armatur ist. Ich will gar nicht leugnen, daß die Metalle in diesen Fällen die Entwickelung der thierischen Elektrizität begünstigen können, daß die so fruchtbare Natur sie auch durch andre Mittel von unzählicher Verschiedenheit wieder hervorbringen kann; aber anstatt die metallischen Substanzen als die Ursache der Zusammenziehungen bey den Thieren anzusehen, werde ich sie bloß als eine günstig mitwirkende Ursache zur Hervorlockung dieser Elektrizität ansehen. Denn wenn man Armaturen nöthig hat, um idioelektrische Körper zu elektrisiren, so wird man doch deshalb dem Bogen oder den Armaturen nicht die durch die Leidner Flasche hervorgebrachten Erschütterungen zuschreiben. Wirklich enthält diese, nach Endladung der Armaturen, noch sehr viel Elektrizität. Man elektrisire eine mit Wasser gefüllte Leidner Flasche, leere sie dann aus und fülle sie von neuem mit nicht elektrisirten Wasser, setze dann beide Oberflächen in Verbindung, und man wird die Erschütterung fühlen. Dieser sehr einfache Versuch stimmt mit den schon vormals von Wilson, Tiber. Cavallo u. a. m. angestellten Versuchen überein. Die Armaturen dienen also dazu, die Elektrizität in den Körpern zu sammeln, und anzuhäufen, jedoch geben sie dieselbe keinesweges her.

§. 13.

§. 14.

Wenn man bey der gewöhnlichen Elektrizität diese angegebenen Grundsätze zugesteht; so ist auch kein Grund vorhanden, warum man sie bey den Erscheinungen der thierischen Elektrizität verwerfen sollte, denn wir sehen bey den Thieren die Zusammenziehung, wie die Explosion in der Leidner Flasche. Um endlich zu beweisen, daß die Metalle durchaus keinen Einfluß haben, hat man sich erst der Physik, und dann der einfachen Naturkräfte als Hülfsmittel bedient, um die Elektrizität der beiden Armaturen und des Bogens ins Gleichgewicht zu setzen. Ein isolirter Mensch, der einen metallischen Bogen und einen mit zwey heterogenen Armaturen versehenen Frosch in den Händen hielt, wurde mit Elektrizität geladen, folglich war auch im Frosche, in den Armaturen und dem Bogen die Elektrizität sehr angehäuft. Bey diesem Versuche, wo die Elektrizität der Metalle ganz ins Gleichgewicht gesetzt ist, erfolgt keine Zusammenziehung; wenn man dieselbe also bey der bloßen Berührung des Bogens und der Armaturen bemerkt, so kann man sie nicht der äußerlichen Elektrizität, sondern der des Frosches zuschreiben. Die Zusammenziehungen hören auf, wenn man nur eine Armatur mit dem Bogen verbindet, und sie erscheinen wieder, wenn beide durch den Bogen vereinigt werden; dies beweist

also doch die große Kraft des Bogens zur Hervorziehung der Elektrizität, welche in den Körpern befindlich ist. Man würde nicht beständig in seinen Grundsätzen seyn, wenn man die Zusammenziehungen auf Rechnung der von dem isolirten Menschen mitgetheilten Elektrizität schreiben wollte; denn dann würde man dem Menschen die thierische Elektrizität zugestehen, welche man dem Frosche abspricht; und diese Meinung läßt sich auf keine Weise rechtfertigen. Da es aber nun darauf ankam, den Verdacht einer mitgetheilten Elektrizität zu entfernen, so mußten die Versuche gänzlich ohne den Einfluß der künstlichen Elektrizität angestellt werden.

§. 15.

Man stellt also das Gleichgewicht in beiden Armaturen durch die Berührung und Verbindung her. Dieses einfache Verfahren ist von den Physikern entlehnt, welche, wenn sie das Gleichgewicht herstellen wollen, die zu stark elektrisirten Körper mit den zu schwach elektrisirten zu verbinden pflegen. Man tauche das Rückenmark eines Frosches ohne alle Armatur ins Wasser, und breite die Muskeln auf eine idio-elektrische Fläche aus, das Gefäß muß noch eine enge Röhre haben, um gleichsam einen Hebel zu bilden, in welchem das Rückenmark nicht bloß

auf der Flüssigkeit schwimmt, sondern gänzlich von derselben bedeckt wird. Ich sah mit Vergnügen, wie vortheilhaft dies Verfahren für mich sey. Man lasse etwas weit vom Rückenmarke ein Blättchen Zinn schwimmen, man berühre mit der einen angefeuchteten Hand die Muskeln, und mit der andern mit einem silbernen Bogen das Zinnblättchen, und man wird sogleich eine Zusammenziehung wahrnehmen. Daß diese Erscheinung immer Statt fand, fiel mir so auf, daß ich folgende Erklärung davon machte: es entsteht eine Zusammenziehung der Muskeln, selbst wenn der Frosch durch gar kein Metall berührt wird; denn alles Metall ist in einiger Entfernung vom Frosche, und wenn dies Metall selbst eine verschiedene Elektrizität besäße, so würde diese sich ins Gleichgewicht setzen. Ich sehe nichts von außen hinzugekommenes, welches die Zusammenziehung des Frosches hätte bewirken können, und obgleich die Metalle sich berühren, indem sie sich ins Gleichgewicht setzen, so beweiset dies doch keinesweges eine von außen hinzugekommene Elektrizität. Dies wird schon durch die von der Berührung ins Gleichgewicht gesetzten Metalle bewiesen. Hält man die Muskeln mit der einen feuchten Hand, und berührt das Wasser mit einem Stückchen Gold, mit Zinn zum Theil bedeckt, mit der andern, so entsteht eine schnelle Zusammenziehung. Doch waren die beiden Metalle schon

vor derselben in Verbindung, folglich können sie keinen Theil an der Zusammenziehung haben, welche daher nur vermittelst einer innern Elektrizität Statt finden kann. Nimmt man, statt des gemeinen Wassers, Salzwasser, Milch, Molken oder Blut, so findet die Zusammenziehung doch gleichfalls Statt. Dasselbe ist der Fall, wenn man ein Stück Silber, Eisen oder Messing, mit Zinn umwickelt, anwendet. Das Zinn war doch vor der Zusammenziehung in Verbindung mit den andern Metallen, und ihre Elektrizität folglich in Gleichgewicht, so daß diese also die Wirkung gar nicht stören konnte. Es ist auch nicht nöthig, die Metalle mit der Hand zu berühren, denn wenn Jemand mit seinen Lippen, oder der Zungenspitze das Zinnblättchen faßt, von welchem ein Goldfädchen bis zum Rückenmarke geht, welches gar keine metallische Armatur hat, so findet die Zusammenziehung eben so oft Statt, als die Hand an die Muskeln gelegt wird, und folglich den Bogen schließt.

§. 16.

Alle unsre Untersuchungen sind bisher auf die Bewegung der Muskeln gerichtet gewesen; es sey uns also jetzt erlaubt, sie einige Augenblicke auf die Empfindungen zu leiten. Man lade einen isolirten Menschen auf die gewöhnliche Weise

mit künstlicher Elektrizität, und er nähere den silbernen Bogen seiner, mit dem Zinnblättchen belegten, Zungenspitze; diese Vermehrung der Elektrizität macht die Armaturen und den Bogen gleich elektrisch. Man kann also nicht vermuthen, daß die eine Armatur positiv und die andre negativ elektrisch sey, und man sollte folglich keinen Durchgang der Elektrizität, und keinen Geschmack vermuthen; doch zeigt sich aber der saure Geschmack auf der Zunge, welcher folglich nicht durch den Bogen und die Armaturen, sondern durch eine natürliche Elektrizität der Muskeln und Nerven hervorgebracht wird. Folglich beweiset die Nothwendigkeit eines innerlichen Bogens, durch welchen diese Erscheinungen möglich werden, die Wirksamkeit einer innern Elektrizität; denn um die innere Elektrizität dem Geschmack darzuthun, ist es nicht hinreichend, die Zungenspitze mit verschiedenen Metallen zu berühren, sondern man muß auch gegen die Zungen- oder andern weiter entfernten Muskeln einen Bogen bilden. Nachdem ich diese Versuche zum erstenmale angestellt hatte, erfuhr ich, daß Volta dieselbe mit seinen Beobachtungen bereichert habe, denn was ich bloß im Wasser gefunden hatte, fand er auf verschiedne Weise mit der Kohle und andern Metallen bestätigt *).

*) Volta sagt in seinem Briefe, worin er mir die Richtigkeit meiner von ihm wiederhohlten Ver-

§. 17.

Die folgende Erfahrung wird, wie ich glaube, beweisen, daß die erwähnten Erscheinungen alle von dem innern Bogen veranlaßt und bewirkt werden. Man nähere mit der befeuchteten Hand der Zungenspitze einen metallischen Bogen oder eine mit Zinnblättchen belegte aber nicht isolirte Kohle, so wird man augenblicklich den sauren Geschmack, welchen man bisher nicht erhalten konnte, empfinden. Derselbe Versuch zeigt doch auf zweierley Weise zwey in Verbindung und ins Gleichgewicht gesetzte Armaturen, warum ist denn nicht das Resultat dasselbe?

suche meldet: die leichteste und beste Weise, diesen Versuch anzustellen, ist, daß man eine silberne Schüssel in einen Eimer oder großes gläsernes Gefäß voll Wasser größtentheils eintaucht; dann nimmt man ein dünnes Zinnblättchen auf die Zunge, welches mit einem Ende aus dem Munde herausgeht und sich bis zu dem silbernen Becken verlängert, mit welchem es entweder in eine mittelbare oder unmittelbare Berührung gesetzt wird; alsdann muß man die Hand zugleich mit dem Metall ins Wasser tauchen, wenn man den sauren Geschmack schmecken will, welcher sich auch wirklich äußerst stark und lebhaft zeigt. Hat man keine silberne Schüssel, so thut ein silberner Löffel eine wiewohl ungleich schwächere Wirkung; ein bloßer Drath hingegen wirkt so schwach, daß man den Geschmack kaum zu unterscheiden im Stande ist.

Denn wenn die Kohlen und die Metalle die feuchte Hand berühren, so entsteht eine schnelle und ununterbrochene Cirkulation von den entfernten Muskeln auf die Nerven der Zunge, welche, wenn sie von einem idioelektrischen Körper unterbrochen wird, jede Empfindung eines Geschmacks ganz aufhebt. Es bleibt also fest und ausgemacht, daß es zur Erregung des Geschmacks außer der Berührung der äußern Armaturen noch eines innern Bogens bedarf, welcher die Elektrizität ins Gleichgewicht setzt. Carradori hat meine Versuche und Beobachtungen dadurch auf das entscheidendste bestätigt, da er fand, daß wenn er bey zwey Menschen zugleich die Geschmacksempfindung hervorbringen wollte, er nothwendig entweder durch die Verbindung ihrer Hände oder durch Anfeuchtung des Bodens, auf welchem sie standen, eine leitende Verbindung hervorbringen mußte.

§. 18.

Der berühmte Volta hatte mich durch Briefe eingeladen, zu versuchen, ob man nicht Zusammenziehungen ohne irgend ein Metall erhalten könne; und er empfahl mir sehr die Kohle, deren er sich zuerst als eine vortreffliche Armatur für die thierische Elektrizität bedient hatte. Ich wiederhohlte also die oben angegebenen

Versuche und zwar ganz ohne alles Metall. Herr Professor Laghi munterte mich auf, diese chemischen Versuche anzustellen. Es wurde bewiesen, daß fast alle nicht fossilen Kohlen der Vegetabilien eine herrliche Armatur gaben, welche vollkommen so gut, als die metallischen war. Deshalb hat man in dem galvanischen Versuche, welchen man das thierische Glockenspiel (carillon animal zum Gegensatze des carillon electrique, welches allgemein bekannt ist) nennt, mit Vortheil statt der Silberplatte eine Kohlenplatte angewendet, so wie diese Vertauschung auch mit dem metallischen Bogen Statt findet. Alle diese Erscheinungen sind durch die gewöhnliche vegetabilische Kohle hervorgebracht, man konnte sie aber weder mit unsern, noch den Englischen Steinkohlen bewirken. Ich habe die verschiedenen Grundstoffe, welche aus der Asche der fossilen Kohlen gezogen wurden, nämlich die essigsaure Kalkerde (l'acétite de chaux), die mit Pottasche halb verglaste Kieselerde und endlich die Thonerde angewendet; alle diese Substanzen zeigten sich aber als absolut unwirksame Armaturen für die thierische Elektrizität. Mit der Asche von unsern und dem Englischen Steinkohlen gelang der Versuch gleichfalls nicht.

§. 19.

In allen diesen Versuchen sehe ich nichts, was nicht durchaus mit der Theorie der allgemeinen Elektrizität übereinstimmt; denn das Harz, welches mit den fossilen Kohlen allemal verbunden ist, benimmt derselben alle Leitungsfähigkeit für die thierische Elektrizität. Der Erfolg bestätigte diese Vermuthung, denn nachdem ich unsre und die Englischen Steinkohlen hatte verbrennen lassen, zeigten sie sich gleichfalls als eine vollkommen gute Armatur, weil das Feuer die idio-elektrischen Bestandtheile weggenommen hatte, welche den Durchgang der thierischen Elektrizität hinderten. Mitten unter diesen Versuchen zeigte sich eine Erscheinung, welche den Charakter der Elektrizität außer allen Zweifel setzte; denn da ich verbrannte Steinkohlen unter das Rückenmark gelegt und einen Bogen von den Muskeln nach den Kohlen gebildet hatte, zeigte sich die Zusammenziehung deutlich in gewissen bestimmten Punkten, dahingegen sie in andern allemal fehlte, welches daher kam, weil durch die Wirkung des Feuers in einer und derselben Kohle die harzigten Theile an einigen Stellen gänzlich verzehrt, an andern Stellen aber, wo sie in größerer Menge vorhanden gewesen waren, in ihrem vorigen idio-elektrischen Zustande geblieben waren. Obgleich also auch die Steinkohlen zu

guten Leitern gemacht werden können, so bleibt es doch immer wahr, daß die gewöhnlichen Kohlen den Vorzug behalten. Hieraus entsteht die Hoffnung, daß alle Zusammenziehungen sich auf die erwähnten Methoden werden reduciren lassen, wobey man bloß Kohlenarmaturen anendet, und jeden metallischen Bogen gänzlich entfernt. Sehr lebhafte Frösche wurden nun einem neuen Versuche unterworfen und man wählte mit Fleiß unter einem großen Haufen Kohlen diejenige, welche zur Uebertragung der thierischen Elektrizität am geschicktesten schien; und man kann sowohl nach den interessanten Beobachtungen von Tiberius Cavallo, als nach den oben angegebenen Erfahrungen sehen, welche Sorgfalt bey der Wahl nöthig ist. Man legt die Muskeln eines präparirten Frosches zwischen Kohlen, und das Rückenmark wird ohne Armatur an einem seidnen Faden befestigt, so daß, wenn man dasselbe fallen läßt, es die Kohle berührt. Wenn ich bey diesen Versuchen sehr lebhafte Frösche anwendete, so war die Zusammenziehung sehr schnell und lebhaft, welches Galvani selbst durch seine Beobachtungen bestätigt. Hier ist also eine Zusammenziehung ganz ohne Metall bewirkt und also kann dieses, da man sich bloß Körper von ganz verschiedener Beschaffenheit bedient, gar nicht in Betracht kommen. Wenn das Rückenmark oder die Muskeln allein jedes be-

sonders mit der Kohle in Verbindung stehen, so fehlt die Zusammenziehung gänzlich; und dies beweiset hinlänglich, daß man, um sie zu erhalten, den Bogen und die Armaturen aus denselben Bestandtheilen, nämlich Kohle, wählen muß. Dieser Versuch war der letzte bey diesen Untersuchungen und es bleibt mir also nichts übrig, als mit zwey Worten das zusammenzufassen, was man aus diesen Versuchen schließen kann, welche ich hier im einzelnen vorgetragen habe.

§. 20.

Es ist nun ausgemacht, daß

1. die Anwendung verschiedener Metalle zur Bewirkung der Zusammenziehungen der Muskeln nicht durchaus erforderlich ist; eine ist zu diesem Zwecke hinreichend, vor allen aber verdient bey sehr großen robusten Thieren das Gold und das Silber den Vorzug.

2. Wenn irgend der Verdacht einer heterogenen Mischung bey den festen Metallen Statt findet, so kann man diesen sehr leicht dadurch beseitigen, daß man sich des durch chemische Proceduren gereinigten Quecksilbers bedient.

3. Man bringt auch Zusammenziehungen hervor, wenn eine Armatur und der Bogen aus Quecksilber bestehen, und wenn dies Metall in seinem Laufe nicht die Muskeln berührt; folglich braucht man keine reizende Wirkung anzunehmen, deren Nichtexistenz durch Erfahrungen bewiesen ist.

4. Wenn die äußere Elektrizität der Armaturen und des Bogens durch die Natur oder künstliche Hülfe ins Gleichgewicht gesetzt sind und auf diese Weise folglich keine Wirkung zeigen kann, so zeigt sich doch die thierische Elektrizität durch Bewirkung der Zusammenziehungen wirksam.

5. Endlich scheint es klar, daß kein Verdacht einer metallischen Elektrizität mehr Statt finden kann, wenn die Armaturen und der Bogen von Kohlen gebildet werden.

Wenn ich durch diese Versuche dem Zwecke derselben, nämlich dem Beweise, daß die Thiere wirklich eine eigenthümliche Elektrizität besitzen, näher gekommen bin, so glaube ich mir einiges Verdienst um die Wissenschaft erworben zu haben; sollte dies aber nicht der Fall seyn, so verzeihe man mein Bestreben, die Zweifel gegen Galvani's Theorie beseitigen und ihren Ungrund darthun zu wollen.

Von allen den Fragen, welche durch den Galvanismus veranlaßt wurden, machte zu der Zeit, als ich diese Abhandlung schrieb, keine so viel Aufsehen und veranlaßte so viele Untersuchungen, als die Frage, ob man auch mit homogenen Metallen Zusammenziehungen hervorbringen könne. Vielleicht haben die in dieser Abhandlung verzeichneten Versuche einiges zur Berichtigung dieses Gegenstandes beigetragen. Humboldt's Urtheil über diese Versuche ist zu schmeichelhaft für mich, jedoch für die Freunde der Wissenschaft vielleicht nicht ganz uninteressant und ich theile hier die Stelle mit.

(Der Verfasser schreibt hier die Stelle nach, welche in der französischen Uebersetzung von Humboldt über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, die unter dem Titel: Experiences sur le galvanisme, traduites par Jadelot. Paris 1799 im dritten Kapitel pag. 37 befindlich ist. Ich glaube diese Stelle mit desto größerm Rechte hier unübersetzt lassen zu müssen, da sie theils in Humboldt's klassischem Werke enthalten ist, theils auch nur einen Auszug aus obiger Abhandlung giebt. M.)

Auszug einiger Versuche über die thierische Elektrizität, bekannt gemacht zu Bologna 1794.

§. 1.

Die Nachrichten, welche ich in meiner letzten Abhandlung über die Wirkungen des Galvanismus im luftleeren Raume und über die Schnelligkeit seiner Verbreitung gegeben, stehen mit den ehemals angestellten Versuchen in Verbindung; ich halte es daher für zweckmäßig, sie hier anzugeben, um gleichsam die schon bekannten Versuche dadurch weiter zu entwickeln und zu bestätigen. Der berühmte Moscati hatte die Elektrizität einiger vorher im luftleeren Raume erstickten Thiere in der freien Luft untersucht, aber er hatte sie nicht selbst im luftleeren Raume entwickelt und ins Gleichgewicht gesetzt. Diese Untersuchung erforderte allerdings einen der Natur der Versuche angemessenen Apparat.

§. 2.

Ich bediente mich zu diesem Endzwecke eines gläsernen Gefäßes, welches am obern Ende mit einer metallischen Einfassung und einem Drathe versehen war, welchen man nach Willkühr erhöhen oder niedersenken konnte. Im Innern des Recipienten befestigt man an dem Drathe in einem rechten Winkel einen andern Drath (Tab. III. Fig. 6.) an dessen einem Ende ein Frosch an den Muskeln aufgehängt ist, an dem andern Ende hängt man eine Kette, die etwas länger ist als der Frosch, und unter diesen Apparat legt man eine silberne Platte. Nachdem man die Luft soviel als möglich aus der Glocke gezogen hat, senkt man den Drath nieder, so daß die Kette und etwas später auch das Rückenmark des Frosches zu gleicher Zeit die silberne Platte berühren, welche in diesem leeren Raume den Bogen macht. Das Rückenmark muß mit Zinn armirt werden. Die Entwickelung der thierischen Elektrizität fand eben so Statt, als im luftleeren Raume; so oft man einen Bogen bildete und den Drath niedersenkte, zeigte sich eine Zusammenziehung des Frosches.

Diese Methode bewies sehr leicht, was ein kleiner Unterschied in den Berührungspunkten in Ansehung der Zusammenziehungen der Muskeln

vermag. Denn wenn selbst die Kette und das Rückenmark die silberne Platte berühren, so brauchte man bloß den Drath ein wenig umzudrehen und dadurch gewissermaßen den Bogen verändern, so erfolgten aufs neue Zusammenziehungen. Dieser Apparat ist sehr bequem, um im luftleeren Raume dieselben Versuche anzustellen, welche Galvani in der freien Luft unternahm.

§. 3.

Es war sehr schwer, mit Gewißheit zu bestimmen, ob die Zusammenziehungen im luftleeren Raume stärker, als in der freien Luft waren; der Unterschied der Elektrizität schien äußerst gering. Ich versuchte diesen Zweifel durch neue Versuche aufzuklären. Ich schnitt einen präparirten Frosch in der Mitte durch, und brachte vermittelst der beschriebenen Maschine den einen Theil in den luftleeren Raum. Nach einiger Zeit verglich ich diesen mit der andern Hälfte und fand, daß die erste etwas Elektrizität im luftleeren Raume verloren habe, weil die Zusammenziehungen merklich schwächer waren.

§. 4.

Jedermann weiß, daß der luftleere Raum etwas Elektrizität anzieht, folglich darf man

sich

sich nicht wundern, wenn dies auch bey der thierischen geschieht. Die Analogie der gewöhnlichen Elektrizität leitete mich zu vergleichenden Versuchen. Ich nahm zwey gleich armirte Leidner Flaschen und ladete sie auf einen gleichen Grad; die eine wurde in einem luftleeren Raume mit einem Bogen von Metall entladen und gab nur einen schwachen Funken, dahingegen die andre eine sehr starke Elektrizität zeigte. Ich ladete aufs neue zwey Leidner Flaschen auf denselben Grad nach dem Elektrometer, eine wurde eine halbe Stunde in den luftleeren Raum gestellt, dann zurückgezogen und gab fast gar keinen Funken, dahingegen die andre noch sehr stark geladen war. Wäre die Flasche noch längere Zeit unter dem Recipienten gewesen, so würde die Elektrizität gänzlich verschwunden seyn.

§. 5.

Ich habe bey diesem Versuche nichts vernachläßigt, um mit der größten Genauigkeit alle durch den luftleeren Raum hervorgebrachten Verschiedenheiten zu bemerken. Ein großer Recipient bedeckte die Leidner Flasche und schloß ohne feuchtes Leder so fest an die Platte an, daß durchaus keine Luft durchging. Ich ließ das Leder weg, damit die sich aus demselben entwickelnden Dünste nicht etwa für einen leitenden Bogen

gehalten werden könnten. Damit sich die Elektrizität nicht gleich wieder ins Gleichgewicht setzte, waren die Spitzen der Conductoren mit Knöpfen versehen, weil ohne diese Vorsicht die Elektrizität zu bald verschwindet. Ich zog diese Form vor, um es zu verhüten, daß sich die Elektrizität zu schnell ins Gleichgewicht setzt.

§. 6.

Nachdem es nun hinlänglich ausgemacht war, daß die thierische Elektrizität sich im luftleeren Raume erzeugt, untersuchte ich, ob diese Elektrizität außerhalb des luftleeren Raums erregt, auch dann in demselben noch entbunden werden und sich wirksam zeigen könnte.

Die Metallspitze sey so wenig als möglich von der Platte der Maschine entfernt (Tab. III. Fig. 7.); man lege neben dem Recipienten außerhalb einen nach der gewöhnlichen Methode präparirten Schenkel eines Huhnes oder Lammes, dessen Muskeln durch eine kleine Kette mit der Platte der Maschine selbst in Verbindung stehen, und der Nerve wird durch einen isolirten Bogen mit dem Metalldrathe in Verbindung gebracht; nachdem die Luft ausgezogen ist, wird der Drath niedergesenkt und allmählich der Platte genähert, ohne daß sie sich berühren, und es werden sich un-

ter diesen Umständen keine Zusammenziehungen zeigen, welche nur bey der wirklichen Berührung erfolgen. Folglich kann die thierische so wie die künstliche Elektrizität, selbst bey der geringsten Entfernung nicht, sondern nur bey wirklicher Berührung guter Leiter, übergehen und sich mittheilen. Wir sehen zum Beyspiel, daß die gewöhnliche Elektrizität durch das Wasser allein ruhig fortgeht; wenn sie aber durch zwey etwas von einander entfernte metallische Leiter gehen soll, so geht sie so schwer durch das Wasser, daß das gläserne Gefäß, in welchem sie enthalten ist, oft zerbrochen wird. Wirklich, wenn ein starker elektrischer Funken von einem metallischen Leiter zum andern durchgeht und auf seinem Wege Wasser trifft, so ist die Wirkung so heftig, daß eine wirkliche Explosion entsteht. Die Elektrizität muß also, um durch ableitende Körper durchgehen zu können, so stark seyn, daß sie die durch die kleinste Verschiedenheit der Leitungsfähigkeit der Körper, durch welche sie gehen soll, veranlaßten Hinternisse überwindet und folglich darf man sich nicht wundern, daß eine schwache thierische Elektrizität im luftleeren Raum nicht eine kleine Strecke ohne Leiter sich fortpflanzen kann. Wir wollen jetzt zu andern Erscheinungen übergehen, welche die Hervorbringung der thierischen Elektrizität in der pneumatischen Maschine betreffen.

§. 7.

Man lege (Tab. III. Fig. 9.) in einem Recipienten einen mit zwey Armaturen versehenen präparirten Frosch, dann senke man, vermittelst eines Drathes, den Bogen, so daß er die Armaturen, nicht aber den Frosch, berührt, so findet die Zusammenziehung immerfort Statt, und es wird sogar leicht, ein beständiges Hüpfen (carillon) zu unterhalten. Man lege unter einem Recipienten (Tab. III. Fig. 4.) eine Metallplatte, auf welcher ein Plättchen ist, welches vermittelst des senkrechten beweglichen Drathes einen Schenkel des darauf liegenden präparirten Frosches aufhebt oder nach Willkühr fallen läßt. Der eine Froschschenkel muß durch den Drath auf der Metallplatte befestigt seyn, das Rückenmark mit einer Armatur von Zinn muß auf der Silberplatte liegen; man dreht dann den Drath um, so daß der Schenkel des Frosches frey auf die Platte niederfällt und so einen Bogen von den Nerven zu den Muskeln bildet, welcher Muskelzusammenziehungen hervorbringt, welche in Verhältniß der Lebenskraft des Frosches stärker oder schwächer sind.

§. 8.

Bis jetzt sind nur noch todte Frösche im luftleeren Raume untersuchet worden; jetzt wollen

wir sie im lebenden Zustande betrachten. Ich habe (Tab. III. Fig. 5.) ein Blättchen Zinn auf den Rücken eines Frosches gelegt, welches mit einem seidnen Faden auf einer silbernen Platte befestigt war, zwey Metalldräthe, die herauf und herab geschoben werden konnten, berührten die silberne und zinnerne Platte, und es zeigten sich mit Hülfe dieses Bogens beständig Zusammenziehungen; doch hohlten die Frösche mit Mühe Athem, ihr ganzer Körper gerieth in Convulsionen, welche tödlich zu seyn schienen, doch verschwanden alle diese Symptome, als sie wieder an die freie Luft gebracht wurden. Die verdünnte und verdickte Luft zeigen einerley Erscheinungen, denn wenn man sie höchstmöglich verdünnt, so zeigen sich doch durch die bloße Berührung mit einem gleichartigen Bogen starke Zusammenziehungen. Eben so zeigten lebende Frösche, welche eine halbe oder ganze Stunde in einer noch einmal so dichten Luft, als die atmosphärische ist, gewesen waren, gleichfalls durch die bloße Berührung eines silbernen Bogens an den Nerven und Muskeln starke Zusammenziehungen. Dies sind die Resultate der im luftleeren Raume unternommenen Versuche

§. 9.

Alle Körper, welche bis jetzt mit der gewöhnlichen Luftpumpe untersucht waren, wurden, ehe

sie wirklich in luftleeren Raum kam, einem Drucke unterworfen, der erst allmählich nachließ, so wie die Luft dünner wurde. Dies veranlaßte mich auf einen Apparat zu denken, dessen ich mich jetzt bediene, um die Körper, es mögen feste oder flüssige seyn, sogleich in den leeren Raum bringen zu können. Die mit der Luftpumpe verbundene Glasglocke wird durch eine horizontale Fläche in zwey gleiche Hälften getheilt, die durch eine Klappe in Verbindung gesetzt werden können; der obere Theil ist mit Wasser, der untere mit atmosphärischer Luft gefüllt, welche man auspumpt. Wenn man unter solchen Umständen die Klappe öffnet, so läuft das Wasser herunter, und es entsteht mit einemmale ein luftleerer Raum. Dieser Apparat war mir bey den Versuchen, die thierische Elektrizität im luftleeren Raume zu erregen, sehr wichtig, da er aber noch zu mehrern andern physischen Versuchen dienen kann, so verweise ich den Leser auf die 1794 zu Bologna erschienene Beschreibung.

§. 10.

Endlich habe ich die thierische Elektrizität in verschiedenen Gasarten mit folgendem Apparate untersucht. Ich nehme (Tab. III. Fig 3) ein unten verschlossenes gläsernes Gefäß, dessen Hals einen messingenen Hahn, und einen be-

weglichen Drath hat. Man füllt das Gefäß erst mit Wasser oder Quecksilber, und dann in der pneumatischen Wanne mit irgend einer Luftart; doch läßt man etwas Wasser oder Quecksilber in dem Gefäße, welches, wenn man es umkehrt, wieder auf den Boden fällt. Dann paßt man den Hahn und den Leiter, an welchem der Frosch befestigt ist, an den Hals des Gefäßes. Auf diese Weise wird der Frosch in das kohlensaure Gas u. s. w. eingetaucht, damit man die Wirkung der thierischen Elektrizität in jeder Gasart untersuchen kann. So oft man mit dem Drathe das Rückenmark des Frosches und den Leiter bis auf die Oberfläche des Wassers oder Quecksilbers niedersenkt, zeigen sich heftige Muskelbewegungen. Ich habe bis jetzt diese Versuche nur im kohlensauren und Wasserstoffgas angestellt, und behalte es mir vor, sie auch in andern Gasarten zu untersuchen; jetzt gehe ich zu den Versuchen über, welche die Schnelligkeit der Fortpflanzung der thierischen Elektrizität betreffen.

§. 11.

Die Physiologen haben viele Rechnungen zur Bestimmung der Energie des Princips, welches die Muskelzusammenziehungen bewirkt, unternommen; ihre Versuche waren aber auf irrige Grundsätze gebaut, und gaben daher unbefriedigende

Resultate. Ich habe die Hülfsmittel der neuern Physik zur Lösung derselben Frage benutzt, und habe lange metallische Bogen zum Durchgange der Elektrizität angewendet. Ein langes Treppengeländer, welches von oben bis unten in einem großen Hause ging, schien mir ein zweckmäßiger Leiter für die Elektrizität zu seyn. Ich ließ auch noch einen Metalldrath herabgehen, wodurch also ein Bogen gebildet wurde, dessen Länge hundert und funfzig Fuß betrug. Hierauf ließ ich die Enden dieses langen Bogens an die armirten Nerven und Muskeln eines Frosches bringen; die thierische Elektrizität umlief den Bogen aber so, daß die Berührung und Zusammenziehung eins war; dasselbe war bey einer Verlängerung des Bogens bis zu zwey hundert und funfzig Fuß der Fall. Damit man jedoch dem metallischen Bogen diese Wirkung nicht zuschreiben konnte, nahm ich lange hanfene Seile mit Salzwasser angefeuchtet, und das Resultat blieb dasselbe. Dieser Versuch bestätiget den Charakter der gewöhnlichen thierischen Elektrizität, und berichtigt die Ideen, welche mehrere Physiologen vorher, in dieser Hinsicht hatten.

§. 12.

Die Grundsätze der allgemeinen Theorie der Elektrizität versprechen uns glückliche Resultate

von dem schon angegebenen Versuche. Beccaria, einer der ersten Beobachter der Fortpflanzung der Elektrizität, unterscheidet einen doppelten Ausfluß des elektrischen Fluidums: den einen, wenn sie bloß durch leitende Körper fortgeht, den andern, wenn sie in idio-elektrischen Körpern angehäuft ist, und von einer positiv zu einer negativ elektrisirten Armatur übergehen muß. Beccaria hatte für diesen ersten Uebergang eine gewisse Zeit, für den zweiten aber keine bestimmt. Er hatte beobachtet, daß die Elektrizität in einer Secunde fünfhundert Fuß durchlief, aber erst in drey Secunden durch ein mit Salzwasser befeuchtetes Hanfseil von eben der Länge lief. Bey der Entladung einer Leidner Flasche mit so langen Dräthen konnte man niemals die geringste Zwischenzeit bemerken. Jalabert, Sigaud de la Fond und andere Physiker, haben die Elektrizität in freier Luft untersucht, und zwar an den Ufern großer Seen und Flüsse; ihre Resultate waren gleichlautend mit den obigen. Monnier stellte zwey Dräthe paralell, welche zusammen 1107 Fuß lang waren; ein Mensch hielt die freien Enden in der Hand, er fühlte in dieser Entfernung die Erschütterung in eben dem Augenblicke, als er den Funken sah, und bemerkte nicht den geringsten Zwischenraum zwischen der Explosion und der Erschütterung.

§. 13.

Ich glaube, daß man nach der Schnelligkeit der thierischen Elektrizität in unsern Versuchen auf ihre Wirkungsart, auf unsre Nerven und Muskeln schließen kann; denn wenn bey diesem Durchgange nur eine Gattung von Elektrizität Statt fände, so müßte die thierische Elektrizität, wenn sie von den Nerven zu den Muskeln einen Raum von zweihundert und funfzig Fuß durchläuft, doch eine halbe Secunde gebrauchen, weil dieser Bogen halb so lang als der von Beccaria in demselben Falle angewendet ist. Jedoch bemerkte man diesen Zeitraum nicht, den Beccaria's Beobachtungen bey einer Gattung der Elektrizität erforderten; folglich kann man schließen, daß der Uebergang der thierischen Elektrizität sich nicht auf eine Gattung, sondern auf einen sich mit großer Schnelligkeit bewegenden doppelten Strom zweier entgegengesetzter Elektrizitäten beschränkt.

Dieses Raisonnement gewinnt mehr Haltbarkeit und kommt mehr mit den physiologischen Ansichten überein, wenn man den ohne Metall in Bewegung gesetzten und durch ein angefeuchtetes Hanfseil fortgeleiteten galvanischen Strom berücksichtigt. Man kann die Versuche und die weitere Entwickelung in der ersten Abhandlung über den Durchgang des Galvanismus durch das Meer und durch Flüsse damit vergleichen.

Briefe
an den Verfasser
von verschiedenen Gelehrten
mit einigen Aufsätzen
über den Galvanismus.

Brief von Vassalli-Eandi, Professor der Physik zu Turin, an Aldini.

Turin 17 Floreal an XI.

*) — — — — — Mancherley andre Geschäfte erlauben mir nicht, dem Galvanismus so viel Zeit zu widmen, als ich wünschte. Doch habe ich mich stets mit Versuchen an Körpern aus allen drey Reichen beschäftigt, deren Resultate ich mit einigen Zweifeln über die Natur des Galvanismus und seine verschiedenen Verbindungen, der Italiänischen Socität der Wissenschaften zugesendet habe; jetzt beschäftige ich mich mit Versuchen über die Wirkung des Galvanismus auf das Keimen und den Wachsthum der Pflanzen, und mit seiner chemischen Wirkung auf verschiedene Körper, um durch eine genügende Theorie die beobachteten Erscheinungen erklären zu können. Ich sage die beobachteten, denn ich habe

*) Ich übertrage hier bloß das Wichtigste, und übergehe die Curialien und mehrere im Originale mit abgedruckten Nebendinge M.

mehrere gelesene Versuche, die ich wegen der Analogie des Galvanismus und der Elektrizität auch für wahr hielt, bey der genauesten Nachahmung nicht wahr gefunden. So z. B. habe ich mich durch Versuche überzeugt, daß der positive Galvanismus einer Säule von Kupfer und Zink in der Größe eines fünf Frankenstücks (ein Preußischer Thaler) und mit Salmiakauflösung aufgerichtet, das Keimen der Pflanzen keineswegs beförderte, sondern die Keime tödtete, und ihnen eine Farbe, wie gebrannten Koffee gab; dahingegen der negative Galvanismus derselben Säule selbst dann das Keimen nicht hindert, wenn er auch den Keimen eine ähnliche Farbe gab. Meine Collegen Giobert und Rossi glauben nicht, daß der Galvanismus Theile aus den Körpern mit sich führt, aus welchen er sich entwickelt oder durch welche er durchgeht; der erstere vermuthet, daß selbst die Zersetzung des Wassers in der Röhre wirklich nicht Statt findet, sondern daß das Gas und die Oxide schon in der Säule durch die Flüssigkeit gebildet, und bis ins Wasser fortgeleitet werden. Direkte Versuche (welche ich Ihnen zu einer andern Zeit weitläufiger beschreiben werde) beweisen mir gerade das Gegentheil.

Ich ließ den Galvanismus durch zwey Röhren mit Salmiakauflösung gehen, welche beide in zwey mit derselben Auflösung gefüllten Cry-

stallgefäßen gelegt wurden. Vom obern Säulenende. Ich setzte die Röhre am obern Ende durch zwey Golddräthe mit der Säule in Verbindung, und die Gefäße communicirten durch einen Kupferdrath. Der Golddrath welcher mit dem positiven Pol in Verbindung stand, bekam keine gelbe Farbe, das Ende des Kupferdraths in demselben Gefäße entwickelte viel Gas, und machte ein blaues Oxid, der Golddrath des negativen Pols gab viel Gas und oxidirte schwarz, der andre Kupferdrath gab kein Gas, aber oxidirte graugrün. Da ich die Golddräthe vor und nach dem Versuche aufs genaueste gewogen hatte, so fand es sich, daß der Drath des positiven Pols ein Viertheil seines Gewichts verloren hatte, der andre hingegen aus welchem sich das Gas entwickelt hatte, war nur um den achten Theil leichter. Mehrere andre Versuche gaben mir analoge Resultate.

Rossi hat mich versichert, daß das galvanische Fluidum verschiedene Eigenschaften von den lebenden und todten Thieren, durch welches er durchgeht, annimmt. Doch ich komme auf seine Wirkung auf die Keime der Pflanzen zurück. Statt der Salmiakauflösung in der Säule wandte ich destillirtes Wasser an; die Resultate waren dieselben, d. h. ein etwas starker positiver Galvanismus tödtet die Keime; wenn er kaum für die

Zunge fühlbar ist, so beschleunigt er in den ersten Stunden das Keimen, und vertilgt es nachher auf immer. Der negative Galvanismus ist nicht so schädlich, ja oft sogar scheint er diesen Prozeß zu befördern. Das nähere dieser Versuche werde ich in einer besondern Abhandlung beschreiben. Ich bemerke hier nur noch, daß der positive Galvanismus einer gewöhnlichen Säule, der mit Golddräthen auf feuchte Baumwolle geleitet wurde, welche auf destillirtem Wasser schwammen, einen bestimmten Salpetergasgeruch entwickelte, und die Baumwolle sah ganz nahe an dem Leiter gelb aus. Ein ähnlicher, aber so schwacher Geruch, daß man ihn nicht wohl unterscheiden konnte, zeigte sich an der negativ elektrisirten Baumwolle; das vergleichende Gefäß, welches ich immer bey solchen Versuchen ohne es zu galvanisiren, zur Seite stehen habe, hatte durchaus gar keinen Geruch. Dasselbe zeigte sich bey einer mit destillirtem Wasser errichteten Säule, welche ich auf die Keime des lepidium sativum wirken ließ, welche auf Baumwolle im destillirten Wasser schwammen, aber der gelbe Fleck zeigte sich auf der negativen Seite; dahingegen auf der positiven, ein violetter Fleck, ungefähr von vier Linien, entstand. Ich legte dieselben Körner auf galvanisirte Baumwolle. Die des positiven Gefäßes wurden bald schwärzlich, und es zeigte sich der violette Fleck auf der Baumwolle auf der Seite,

wo der mit dem andern Gefäße in Verbindung stehende Golddrath das Wasser berührte. Es scheint also, als wenn der Fleck durch die vom Galvanismus fortgeleiteten Bestandtheile der Samenkörner hervorgebracht würde. Wenn der Galvanismus wirklich Bestandtheile der Körper, durch welche er geht, mit sich fortreißt; so muß man in manchen Fällen bey seiner Anwendung sehr sorgfältig zu Werke gehen, so wie man sich in andern Fällen auch großen Nutzen davon versprechen kann. Sie sehen, wie viele wichtige Fragen es hier noch aufzulösen giebt. Ich zweifle nicht, daß der Galvanismus über die Beschaffenheit und Zusammensetzung mehrerer Körper, und vorzüglich der Salze, noch mehr Licht verbreiten kann. Ich habe Ihnen gesagt, daß meine Versuche über die Leitungskraft mehrerer Flüssigkeiten Rossi's schon bekannte Meinung unterstützen und bestätigen; hier ist eine kurze Uebersicht derselben.

Ich nahm eine Glasröhre von ungefähr sechs Fuß lang, und vier Linien im Durchmesser; verschloß sie mit zwey Korkstöpseln, durch welche ein silberner Drath von jeder Seite, ungefähr einen Zoll weit, in die Röhre hineingeht, und auswendig umgebogen ist; ich füllte diese Röhre nach einander mit verschiedenen Flüssigkeiten, so daß die Drathenden mit den Säulenenden in Verbindung gesetzt wurden, und auf diese Weise konnte

ich die Leitungskraft mehrerer Flüssigkeiten, und die Schnelligkeit des Fluidums durch einen Leiter von 354 Meter (ungefähr 1070 Fuß) bestimmen. Ich berührte entweder mit den angefeuchteten Zeigefingern das Ende der Röhre, und das untere Seilenende, oder ich faßte das Ende der Röhre mit dem Zeigefinger, und berührte den untern Pol der Säule mit der Zunge, während der positive obere Pol der Säule mit dem andern Ende der Säule durch einen Golddrath in Verbindung stand. Bey allen diesen Versuchen hatte ich die Empfindung in dem Augenblicke, wo der Golddrath den obern Pol der Säule berührte. Mehrere Personen z. B. Carena und Boyer bestätigten diese Versuche. — — Ich erhielt bey den verschiedenen Entladungen derselben Säule folgende Resultate: beim Durchgange durch Urin fünf Grad Stärke, (vermuthlich nach einem Elektro oder Galvanometer gemessen. M.) einen sehr beißenden Geschmack, und eine weiße Lichterscheinung; durch Milch vier Grad, einen gelinden säuerlichen Geschmack und eine rothe Lichterscheinung; durch Wein einen halben Grad, einen säuerlichen Geschmack, und einen schwachen Blitz; durch Weinessig zwey Grad, einen stechenden Geschmack, und rothe Lichterscheinung; durch Bier einen halben Grad stechenden Geschmack, und weißliche Lichterscheinung; durch Weingeist keinen bemerkbaren Stärkegrad,

keine Lichterscheinung, aber einen sehr merklichen sauren Geschmack; durch destillirtes Wasser eben so, wie durch Weingeist, doch bisweilen eine schwache Lichterscheinung; durch Kochsalzauflösung zehn Grad Stärke. Bey diesem und dem folgenden Versuche konnte man die Empfindung auf der Zunge nicht mehr vertragen; durch Salmiakauflösung dreizehn Grad; durch Salpeterauflösung zwölf Grad; durch schwefelsaure Alaunauflösung zwölf Grad; durch Wasser mit dem sechsten Theil vollkommener Salpetersäure zwölf Grad; durch Wasser mit dem sechsten Theil Schwefelsäure dreizehn Grad; durch salpetersaure Kupferauflösung dreizehn Grad; durch eine Mischung aus vollkommner Salpetersäure, Schwefelsäure und Wasser dreizehn Grad.

Bey allen diesen Versuchen hatte man eine sehr verschiedene Empfindung in den Fingern, abgesehen von dem verschiedenen Stärkegrade nach Maßgabe der verschiedenen Flüssigkeiten, durch welche der Galvanismus durchging. So z. B. war der Geschmack beim Durchgange durch die Schwefelsäure stechend, beim Durchgange durch die Salmiak- und Salpeterauflösung, so wie auch durch die Mischung beider Säuren die eines schweren Körpers, beim Durchgange durch die salpetersaure Kupferauflösung schien die Flüssigkeit äußerst stechend, durch die Milch schien der Geschmack milder zu seyn u. s. w.

Brief an den Professor Aldini, von Professor Sue in Paris.

Paris den 12. Messid. 11.

Ich theile Ihnen hier mit Vergnügen dasjenige mit, was der leider zu früh verstorbene Bichat für den Galvanismus geleistet hat. Ich habe diese Seite seiner großen Verdienste weder in der Lobrede auf ihn, die ich in der Ecole de médecine vorlas, weil das Detail zu weitläufig gewesen seyn würde, noch in meiner Geschichte des Galvanismus berühren können, weil Bichat diese Arbeiten erst nach der Erscheinung derselben unternahm u. s. w. — — — —

Nachricht über Bichat's Untersuchungen über den Galvanismus von Sue.

— — — — Ich habe schon in meiner Geschichte des Galvanismus (Tome II.

pag. 216 ff.) mehrere Versuche von Bichat über den Galvanismus im Detail vorgetragen. Ich übernehme es auf Verlangen sehr achtungswerther Personen, hier eine weitere Auseinandersetzung seiner Arbeiten zu geben.

Beim Anfange seiner Untersuchungen kannte Bichat sehr wohl den Streit, welcher über den Galvanismus unter den ersten Physikern Europens herrschte; er wußte, daß Volta, dieser ehrwürdige Physiker, behauptete, daß das Herz und alle unwillkührlichen Muskeln sich nicht thätig gegen die galvanische Einwirkung bezeigten. Mezzini, Valli, Pfaff, Klein, Behrends u. a. hatten dasselbe behauptet, dahingegen Grapengießer, Humboldt und Fowler das Gegentheil darzuthun suchten, und zwar der erste in Hinsicht der peristaltischen Bewegung der Eingeweide, der zweite an dem Herzen roth- und kaltblütiger, und der dritte an dem Herzen roth- und warmblütiger Thiere.

Bichat's Untersuchungen sind in seinem Buche über das Leben, und den Tod, und zwar in dem Abschnitte, wo er von dem Einflusse des Todes des Gehirns auf den Tod des Herzens handelt, niedergeschrieben. Nachdem er die fünf Versuche angeführt hat, durch welche er zu beweisen sucht, daß

das Herz nicht unmittelbar zu wirken aufhört, wenn die Verrichtungen des Gehirns unterbrochen werden, sagt er: „Es könne noch eine andre Gattung von Versuchen, nämlich die galvanischen, Aufklärung über die Verhältnisse des Herzens und des Gehirns geben. Ich will dies neue Mittel nicht übergehen, um den Beweis zu führen, daß das Herz stets vom Gehirn unabhängig ist. Ich habe diese Versuche mit desto größerer Aufmerksamkeit angestellt, da mehrere sehr schätzbare Schriftsteller in neuern Zeiten das Gegentheil behauptet haben, und darzuthun suchten, daß das Herz und die andern Muskeln des organischen Lebens in Ansehung ihrer Empfänglichkeit für den galvanischen Reiz nicht von den Muskeln des thierischen Lebens verschieden sind."

Bichat setzt zuerst die Beobachtungen auseinander, welche er bey seinen Versuchen an roth- und kaltblütigen Thieren gemacht hatte. Nachdem er mehreremale an einem Frosche das Gehirn mit Bley und das Herz und die Muskeln der untern Extremitäten mit einem langen Zinkbleche armirt hatte, welche mit dem obern Ende bis ans Gehirn reichte, so machte er die Verbindung bey den Armaturen mit einem silbernen Bogen und er fand, daß jederzeit Bewegung der Muskeln, aber keine sichtbare Beschleunigung des Herzens erfolgte, wenn es noch schlug, oder

eine Bewegung, wenn es vorher nicht mehr thätig gewesen war. Nach Bichat mag man zugleich mit dem Herzen, welchen willkührlichen Muskel man immer will, armiren, um die Erscheinungen, welche sie durch die thierische Elektrizität hervorbringen, zu vergleichen, so wird man allemal einen sehr merklichen Unterschied bemerken.

Bichat armirte an andern Fröschen bloß mit einer metallischen Röhre auf der einen Seite den Hirntheil des Rückenmarks in der obern Halsgegend unterhalb der Stelle, wo der große sympathische und die übrigen zum Herzen gehenden Nerven abgehen, auf der andern Seite aber das Herz und irgend einen willkührlichen Muskel. Er bemerkte stets bey jeder Verbindung ein Resultat, welches dem vorigen ähnlich war. Er bemerkte allezeit willkührliche Zusammenziehungen in den willkührlichen Muskeln, wobey aber die Bewegung des Herzens durchaus fehlten.

Er bemühte sich nachher, die Nerven, welche zum Herzen der Frösche übergehen, zu entblößen; einige graue Fäden, die man nicht einmal mit aller Gewißheit für Nerven halten konnte, wurden mit einer Armatur und das Herz mit der andern armirt. Die Verbindung geschah durch einen Bogen von einem dritten Metall, aber ohne bemerkbare Wirkung.

Diese Versuche, die zum Theil vor Bichat schon von andern Gelehrten unternommen wurden, sind, wenigstens die ersten beiden, äußerst zweckmäßig zur sichern Bestimmung der Frage: ob das Gehirn Einfluß auf das Herz hat? zumal, wenn man mit der Vorsicht wie Bichat zu Werke geht, daß nach einander und wechselsweise sowohl die äußere als innere Oberfläche und selbst die Substanz des Herzens armirt werden. Man sieht, daß auf diese Weise alle Theile, welche das Gehirn mit dem Herzen verbinden, in ihrer natürlichen Lage bleiben.

Bichat spricht noch von einer andern Art Versuchen, welche darinn besteht: 1) das Herz von der Brust loszutrennen, und 2) es mit zwey Metallen an zwey verschiedenen Theilen der Oberfläche, oder mit andern armirten Fleischbündeln in Verbindung zu setzen, 3) die Armaturen durch ein drittes Metall zu vereinigen. Unter diesen Bedingungen sah Humboldt Zusammenziehungen.

Obgleich Bichat sagt, daß er bey Wiederholung der Versuche keine gesehen habe, so gesteht er doch, daß er bisweilen eine von der des Herzens sehr verschiedene Bewegung bemerkt habe, welche von dem Einflusse des Galvanismus abzuhängen schien. Gegen alle Autoritä-

ten sehr berühmter Physiker scheint Bichat dennoch an dem Einflusse des Galvanismus zu zweifeln, und er ist geneigt, die Wirkung, welche er in diesem Eingeweide bemerkt, bloß für die Wirkung eines mechanischen Reizes zu halten. „Ich bin weit entfernt, sagt er, zu glauben, daß ich bey meinen Versuchen besser gesehen habe, als die, welche sich vor mir damit beschäftigten; ich erzähle bloß das, was ich wirklich gesehen habe. Uebrigens, sagt er, scheinen mir die Versuche, wo die Armaturen sich nur auf einen Theil des Nervensystems und auf der andern Seite auf die fleischigten Fibern des Herzens erstrecken nicht beweisend genug für die Behauptung, daß der Einfluß des Gehirns auf das Herz direkt sey. Welche strenge Folgerung kann man aus den Bewegungen ziehen, welche durch die Armatur zweier Muskelbündel hervorgebracht werden?"

Es war nicht hinreichend, Versuche über die roth- und kaltblütigen Thiere gemacht zu haben, auch an den warmblütigen mußten sie angestellt werden, welches um so mehr nothwendig ist, da die Contraktilität beider außerordentlich verschieden von einander ist.

Bichat hatte Gelegenheit im siebenten Jahre von den ihm überlassenen Leichnamen von

Guillotinirten dreißig bis vierzig Minuten nach der Hinrichtung Versuche anzustellen. Bey einigen fand gar keine Beweglichkeit Statt, bey andern zeigte sich die Contraktilität der Muskeln leicht, nach Anwendung der gewöhnlichen Mittel und entwickelte sich leichter durch den Galvanismus in den zum thierischen Leben gehörigen Muskeln. Es war Bichat aber doch unmöglich, durch Armirung des Rückenmarks und des Herzens oder des Herzens und der aus den Knoten des sympathischen oder vom Gehirn durch den herumschweifenden zu demselben übergehenden Nerven eine Bewegung hervorzubringen. Der Verfasser fragt, ob die Trennung, in welcher seit kurzem bey den Guillotinirten sich die Nerven des Herzens vor dem Gehirne befinden, vielleicht die Bewegung verhindere? Warum, sagt er aber, zögen sich denn die Nervenfädchen der willkührlichen Muskeln zusammen? Um sich über diesen Gegenstand näher zu unterrichten stellte er folgende Versuche an.

Er armirte mit zwey verschiedenen Metallen an einem Hunde zuerst das Gehirn und das Herz und nachher den Stamm des Rückenmarks und das Herz und endlich das Herz und den Ast des herumschweifenden Nerven, von welchem es viele Aeste bekommt. Bichat sahe weder eine Beschleunigung der noch vorhandenen,

noch eine Erweckung der schon verlornen Bewegung. Es ist wesentlich, hier zu beobachten, daß bey allen Versuchen die Verbindung erst einige Zeit nach Anlegung der Armatur Statt finden muß, damit nicht die Wirkung des Metallreizes dem Galvanismus zugeschrieben werde.

Die Herznerven zweier Hunde wurden sowohl an ihren vordern als hintern Fäden armirt und auf die Oberfläche des Herzens wurde auch eine Armatur gelegt. Die Verbindung der Armaturen brachte einige Bewegungen hervor, welche aber kaum merklich waren.

Bichat versichert, mehreremale ohne Erfolg den Versuch gemacht zu haben, das Herz schnell mit einigen Nervenfäden loszutrennen, dann beide Theile zu armiren und durch einen Bogen zu verbinden, um auf diese Weise Zusammenziehungen zu bewirken, welches Humboldt, wie er selbst sagt, oft gelungen ist. Doch sagt auch Bichat, sey es ihm fast in allen Fällen gelungen, an roth- und warmblütigen Thieren Zusammenziehungen hervorzubringen, wenn er das Herz plötzlich herausriß und es mit verschiedenen Punkten seiner Oberfläche mit Metallen armirte und diese in Verbindung setzte; und dies ist, nach seiner Meinung das einzige Mittel, welches er für bequem und pas-

send hielt, um die Wirksamkeit des Galvanismus auf das Herz ohne Zweifel zu zeigen.

Obgleich er sehr oft und mit größter Vorsicht jeden dieser galvanischen Versuche unternahm; obgleich der größte Theil derselben mit denen andrer Physiker nicht übereinstimmten, so will er doch die Richtigkeit derselben keineswegs in Zweifel ziehn, weil man weiß, wie sehr verschieden die Resultate sind, welche die Lebenskräfte zum Gegenstande haben. Wenn man überdem auch diese von den seinigen verschiedenen Resultate annimmt, so ist doch in Hinsicht auf die galvanische Empfänglichkeit ein großer Unterschied zwischen den Muskeln des thierischen und des organischen Lebens. Nichts ist, nach seiner Meinung, geschickter, diese Verschiedenheit in den Versuchen an dem Herzen und den Eingeweiden zu erkennen, als wenn man mit demselben Metall, mit welchem diese Muskeln armirt sind, auch einen Muskel des thierischen Lebens armiret, um auf diese Weise eine Parallele zwischen ihnen zu ziehen. „Wenn man auch annähme, daß der Galvanismus auf die willkührlichen und unwillkührlichen Muskeln gleiche Wirkung äußere, sagt Bichat, was würde denn auch dadurch bewiesen? Nichts anders, als daß diese Erscheinungen in ihrer Folgereihe ganz der gewöhnlichen Reizung der

Nerven und der mit ihnen verbunden Muskeln entgegengesetzten Gesetzen folgen."

Seite 419 des oben angeführten Werks erzählt Bichat, daß er in Hinsicht auf den Magen, die Eingeweide, Blase, Gebärmutter u. s. w. galvanische Versuche unternommen habe, deren Resultate er in Verhältniß zum Herzen auseinandersetzt, daß er zuerst das Gehirn besonders mit zwey verschiedenen Metallen mit jedem einzelnen der erwähnten Theile armirt habe und daß in dem Augenblicke der Verbindung beider Armaturen keine Zusammenziehung bemerklich war; jedes dieser Eingeweide wurde dann zugleich mit einem Theile des Rückenmarks, welcher auf ihn gelegt wurde, armirt. Endlich armirte er zugleich die Nerven, welche einige dieser Theile aus dem Rückenmarke bekommen, und zugleich auch die Organe selbst, so daß der Magen und die Nerven des herumschweifenden Paars, die Blase und die Lendennerven zusammen armirt waren. „Aber in allen diesen Fällen, sagt Bichat, fand sich keine deutliche Wirkung bey der Verbindung beider Armaturen; bloß bey dem letzten bemerkte ich bisweilen eine Zusammenziehung des Magens und der Blase." Die willkührlichen Muskeln hingegen zogen sich stark zusammen, er armirte dieselben allemal eben so, wie die unwillkührlichen, um zwischen bei-

den eine richtige Vergleichung aufstellen zu können.

In allen vorigen Versuchen wurden die verschiedenen Theile des Hirnnervensystems zugleich mit den organischen (unwillkührlichen) Muskeln armirt. Bichat wollte auch die Nerven der Knoten mit diesen Muskeln galvanisiren. Die Brust eines Hundes wurde geöffnet, man fand unter der Pleura den großen sympathischen Nerven, welcher leicht mit einem Metall armirt werden konnte. Da dieser Nerve sich nach der allgemeinen Meinung in ganzen Unterleib verbreitet, so konnte man hoffen, durch Armirung aller in demselben enthaltenen Eingeweide und dann zu schließender Verbindung Zusammenziehungen ungefähr auf die Weise zu erhalten, als man sie erhält, wenn man den Bündel der Lendennerven und die Schenkelmuskeln armirt; aber es erfolgte durchaus keine Wirkung.

Nach den vielen Beweisen, welche Bichat S. 416 seines Werks aufstellt, um darzuthun, „daß der sympathische Nerve nicht existirt, sondern daß die bisher mit ihm verwechselten Nervenbündel als accessorische Zweige zu den Knoten anzusehen sind, sieht man wohl ein, warum die Wirkung ausbleibt, weil die zwischen dem eigentlichen sympathischen Nerven

und den Organen der Bauch- und Brusthöhle gelegenen Nervenknoten die galvanischen Erscheinungen verhindern?“ Was that Bichat? Er entblößte die Nerven, welche durch Nervenknoten gerade an den Magen, den Mastdarm und die Blase gehen, und galvanisirte auf diese Weise die verschiedenen Organe, aber ohne irgend eine Zusammenziehung. Bisweilen erschien eine kleine Verengerung, welche aber in Verhältniß der heftigen Zusammenziehung der thierischen Muskeln äußerst gering war, obgleich er auch bey diesen Versuchen, wie immer, den Metallreiz von der thierischen Elektrizität unterscheiden mußte.

Die Feinheit der Nerven der Eingeweide erschwert die Anwendung des Galvanismus beträchtlich. Da diese Nerven aber einen beträchtlichen plexus um die A. mesenterica bilden, welche sich mit ihnen in das Gewebe der Eingeweide verliert, so kann man, wenn man diese Arterie entblößt und sie mit einem Metalle umgiebt, während ein anderes in den Darmkanal gebracht wird, diesen Kanal recht gut galvanisiren. Dieser Versuch erregte aber auch keine Wirkung und gab kein befriedigendes Resultat.

Alle diese Versuche wurden an roth- und warmblütigen Thieren gemacht. Das Gehirn

und die muskulösen Eingeweide eines Frosches, eben diese Eingeweide und der obere Theil des Rückenmarkes wurden zu gleicher Zeit mit verschiedenen Metallen armirt. Im Augenblicke der Vereinigung zeigte sich nichts und doch zogen sich die willkührlichen Muskeln, selbst ohne Armatur bloß bey der Berührung der Armatur des Nervensystems mit einem Metall zusammen. Man wird bemerken, daß die Berührungspunkte in den Eingeweiden des Unterleibes hinlänglich vermehret waren, denn Bichat zog einen Bleidrath durch den ganzen Darmkanal, um ihn dadurch zu armiren, und also konnte das Mißlingen des Versuchs auch nicht hierinn liegen.

Was die Nerven betrifft, welche geradesweges an die Fleischfasern der Eingeweide gehen, so sind sie beim Frosche so dünne, daß man sie fast gar nicht armiren kann. Doch ist es eine Thatsache, daß Jadelot bey einem Versuche eine langsame Verengerung der Wände des Magens erhalten hat, indem er direkt auf die Nerven dieses Eingeweides wirkte. Bichat macht aber in dieser Hinsicht die richtige Bemerkung, daß diese Verengerung, die er auch oft analog bey andern Versuchen erhielt, keinesweges mit den Zusammenziehungen der willkühr-

kührlichen Muskeln in Vergleich gebracht werden kann. —

Man hätte Bichat den Einwurf machen können, daß er die Versuche mit bloßen Armaturen anstellte, aber viele Physiker, die vor ihm dieselben Versuche mit ähnlichen Resultaten angestellt hatten, waren auf dieselbe Weise verfahren. Ueberdem machte er auch noch Versuche mit der Voltaischen Säule und zwar bey folgender Gelegenheit.

In einer besondern vertrauten Unterhaltung zwischen Bichat, Burdin und Moreau, wurde viel über die Versuche des erstern gesprochen, gegen welche Moreau einige Zweifel zu erregen suchte, indem er geneigt war, wegen der verschiedenen Ansicht, welche er und Bichat über die Grundgesetze des Lebens hatte, zu glauben, daß die Organe, welche er seinen Versuchen unterworfen hatte, auch die gewöhnlichen Erscheinungen geben müßten, vorzüglich wenn man durch die Voltaische Säule einen stärkern Reiz applicirte. Bichat war zum Glück bey Versuchen nicht von Vorurtheilen eingenommen; und da er bey seinen Versuchen nur die Wahrheit suchte, so konnte man ihn leicht zur Wiederholung derselben bestimmen, wenn Jemand Zweifel gegen die Resultate der-

selben erregte. Dies geschah auch bey der Gelegenheit, wovon hier die Rede ist. Er versprach seinen beiden Freunden, neue Versuche anzustellen, und er nahm weibliche Meerschweinchen zu denselben. Sie wendeten anstatt des gewöhnlichen einfachen galvanischen Apparats eine Voltaische Säule aus funfzig Plattenpaaren an, welche an beiden Polen mit Leitungsdräthen versehen war. Die Theile des Thiers waren so präparirt, daß fast alle Eingeweide der Brust- und Bauchhöhle so wie auch mehrere Nerven und Muskeln entblößt waren. Die Versuche wurden, nach Beendigung der durch den Todeskampf bewirkten Zusammenziehungen und Convulsionen nicht eher vorgenommen, als bis diese etwas nachgelassen hatte.

Zuerst wurden die Eyerstöcke excitirt, aber ungeachtet der starken Wirkung der Säule sah man keine Oscillation, noch weniger eine Zusammenziehung in diesem Organe; sie glaubten aber doch, daß der Eindruck auf das Thier sehr lebhaft empfunden werde, weil bey jeder Entladung die umliegenden Theile durch Krämpfe und Convulsionen beunruhigt wurden, welches bey der Reizung der Eiergänge noch mehr der Fall war.

Der in die Kette gebrachte Fruchthälter schien gleichfalls ruhig und unbeweglich zu seyn,

die Reizung aber pflanzte sich fort, denn man sah Zusammenziehungen in den benachbarten Theilen und zwar sehr heftige in den Muskeln der Extremitäten. Man muß bemerken, daß alle Theile, auf welche man wirkte, von der Oberhaut entblößt wurden, weil sonst die Kette nicht einen so lebhaften Reiz hervorbringen konnte. Man bemerkte keinen großen Unterschied, wenn die Nerven oder die Organe, in welchen sie sich vertheilen, armirt wurden, oder wenn man diese Vorsicht übersieht, man den elektrischen Strom bloß in die innern Theile des Organs leitet.

Am meisten fielen ihnen die durch Reizung des Fruchthälters erregten Krämpfe und Convulsionen auf, welche gleichsam hysterisch zu seyn schienen. Was würde geschehen, wenn man dieses Eingeweide im Zustande der Schwangerschaft reizte, wo seine Contraktilität noch mehr entwickelt ist? Sollte dasselbe nicht unzweideutige Zeichen einer Zusammenziehung geben? Dies entschloß sich Moreau sogleich mit Dupuytren an einer Hündinn zu versuchen. Wahrscheinlich muß hier der galvanische Reiz einen Abortus bewirken.

Die Untersuchungen wurden jetzt auf andre Organe fortgeleitet, welche sich nach ihrer eigen-

thümlichen Beschaffenheit gleichfalls wirksam gegen den Galvanismus bezeigten: sie sahen z. B. im Herzen eine Beschleunigung der Pulsschläge, in den Eingeweiden vermehrte wurmförmige Bewegung und im Zellgewebe zogen und runzelten sich die serösen Theile zusammen. Dupuytren bemerkte ähnliche Erscheinungen in der Blase, und indem er dies Organ so galvanisirte, daß er eine Glasröhre hineinbrachte und die Harnröhre fest zuband, sah er, daß der Urin nach der Stärke der Zusammenziehungen mehr oder weniger in die Glasröhre heraufstieg.

Diese neuen Versuche beweisen, daß die Organe, welche in dem Kreise der Nerventhätigkeit liegen, und vorzüglich mit dem inneren, ernährenden Leben in Verbindung stehen, sich bey der Einwirkung des Galvanismus sehr gut zusammenziehen; (dies leugnete Bichat) ferner, daß sie sich zwar nicht alle zusammenziehen, weil es gegen ihre natürliche Beschaffenheit ist, sich auf diese Weise wirksam zu zeigen; daß sie aber doch wirklich gereizt werden und durch unzweideutige Zeichen die Erschütterung zeigen, welche sie durch das elektrische oder galvanische Fluidum erhalten. Dies ist eine kurze Darstellung der von Bichat angestellten Versuche u. s. w.

* * *

Auszug aus dem Berichte über die in der Thierarzneischule zu Alfort den 15. floreal und den 8. prairial 11. angestellten galvanischen Versuche.

Folgende Versuche wurden an rotz igen Pferden von der galvanischen Societät in Gegenwart sehr vieler Gelehrten, Dilettanten und Zöglinge der Schule angestellt.

Erster Versuch.

Fünf Voltaische Säulen, zusammen ungefähr von 1000 Zink und Kupferplatten, wurden zuerst an einem Pudel von zehn bis zwölf Zoll Höhe angewendet, so daß beide Leiter in die Ohren gebracht wurden; das Thier schrie sehr heftig und ließ unwillkührlich den Urin fließen. Bey der zweiten Erschütterung schrie er eben so heftig und es ging sehr dünner Koth durch den Mastdarm ab; das Maul schien mit Blut gefärbt, ohne daß jedoch ein Tropfen abfloß; er schrie sehr heftig und wollte sich immer losreißen.

Zweiter Versuch.

Nachdem er enthauptet und die Brust geöffnet war, zog sich das Herz zusammen, durch

den Galvanismus wurde aber der Pulsschlag häufiger und stärker. Diese Wirkung auf das Herz war aber doch nicht so merklich als die Wirkung auf die willkührlichen Muskeln.

Dritter Versuch.

Der Kopf wurde dem Rumpfe genähert und der eine Leiter wurde in den After, der andre ins rechte Ohr gebracht und es zogen sich alle Muskeln außerordentlich stark zusammen. Die Pupille erweiterte und verengte sich, die Kinnbacken schienen gleichsam stark zu kauen; die peristaltische Bewegung der Eingeweide nahm zu, die Haare des Kopfs richteten sich in die Höhe und standen auseinander, wie dies bey der gewöhnlichen Elektrizität der Fall ist; ein präparirter Frosch, der ohne Armatur an den Hals des nicht mehr galvanisirten Hundes gehalten wurde, zog sich zusammen.

Vierter Versuch.

Eine rotzige Stute, die vorher sehr gesund und stark, jetzt aber so kraftlos war, daß der Puls nur sechzig Schläge in einer Minute zeigte, wurde galvanisirt. Die beiden Leiter wurden in die Ohren gesteckt, und die Erschütterung des Gehirns veranlaßte starke Zusammenziehungen

der Muskeln; das Athemholen geschah tief, häufig und mit Geräusch; das Thier wollte sich bey jeder Erschütterung in die Höhe heben. Der Puls wurde außerordentlich beschleunigt, hart, und bisweilen intermittirend, in der Minute 120—125 Schläge; die Augenlieder blitzten sehr stark und häufig zusammen.

Fünfter Versuch.

Wenn ein Leiter in den After gesteckt wurde, so schien das Athemhohlen schneller und mühsamer zu werden. Die Zusammenziehungen der Bauchmuskeln wurden vermehrt, der im After gesteckte Leiter wurde mit Heftigkeit zurückgestoßen, ohne daß jedoch Darmkoth mit erfolgte. Der Leiter im Ohre wurde an eine am Halse gemachte oberflächliche Wunde gebracht, und das Thier wurde noch unruhiger. Der Prof. Chaumantel untersuchte den Puls und fand ihn unregelmäßig, hart und häufig.

Sechster Versuch.

Die größte Thätigkeit des Muskelsystems fand Statt, wenn ein Leiter in die Nasenlöcher und der andre in die Wunde des Halses gebracht wurde, dann wurde die Ausdünstung zwischen den Schenkeln auffallend vermehrt, und der

Puls wurde sehr beschleunigt. Die Stute wurde durch Einspritzung der Luft in die Drosselader getödtet. Der After und das rechte Ohr wurden wieder in die Kette gebracht, die Kinnbacken öffneten und schlossen sich, und die Augenlieder bewegten sich sehr oft und stark.

Siebenter Versuch.

Durch einen Sprung des Pferdes war die Zunge vorgefallen, aber sie zog sich bey den Muskelbewegungen wieder herein, und obgleich sie mit einer gewissen Kraft zurückgehalten wurde, so zog dennoch die galvanische Einwirkung sie bey jeder Schließung der Kette in die Mundhöhle zurück. Nachdem der rechte Vorderfuß abgenommen war, bemerkte man, daß bey Durchschneidung des Nerven der Fuß sich zusammenzog. Auch der Galvanismus bewirkte noch Zusammenziehungen.

Achter Versuch.

Der Kopf wurde vom Rumpfe getrennt, und auf einen Tisch gelegt. Die in die Nasenlöcher und das Hinterhauptsloch gebrachten galvanischen Leiter bewirkten fürchterliche Zuckungen, und die Augen hatten einen fürchterlichen Anblick. Mehrere Personen sahen deutlich die

Zusammenziehung der Pupille. Die Ohren neigten sich nach hinten, bey Schließung der Kette stellten sie sich aber schnell wieder in die Höhe und gaben dem Kopfe dadurch ein fürchterliches Ansehen. Die Musc. buccinator. pyramidales et levatores narium gaben der Nase und dem Maule gerade das Ansehen, als wenn das Pferd wiehern wollte.

Neunter Versuch.

Wenn der Kopf mit dem Rumpfe verbunden wurde, so zeigten sich wieder dieselben Erscheinungen als bey der Trennung des Kopfs. Selbst wenn dieser zwey bis drey Fuß vom Rumpfe entfernt war, zeigten sich die Erscheinungen eben so, als wenn sie gar nicht getrennt wären. Wurde der Kopf auf einem Tische isolirt und vier bis fünf Fuß vom Rumpfe entfernt, so zog er sich nicht mehr zusammen, aber die rechte Schulter, welche zur Seite des Kopfs gelegt wurde, zog sich mit dem Fuße zusammen, der Kopf hingegen zeigte sehr schwache Zusammenziehungen. Ein auf die gewöhnliche Weise präparirter Frosch, welcher ohne metallische Armatur aufgehängt wurde, und den Kopf in verschiedenen Punkten berührte, zog sich zusammen.

Zehnter Versuch.

Ein Leiter im After und der andre am Halse befindlich, bewirkte vorzüglich noch an den Hals und Schenkelmuskeln der hintern Extremitäten Zusammenziehungen. Das Zwerchfell zog sich gleichsam oscillirend zusammen. Da das Rückenmark der Stute entblößt und die nächsten Muskeln mit demselben in Verbindung gesetzt wurden, so zeigte sich keine Wirkung; wurde ein Leiter an die Häute des Rückenmarkes gehalten und der andre ins Hinterhauptloch gebracht, so erfolgte gleichfalls keine Zusammenziehung, so daß erst noch bestimmt werden muß, ob die Marksubstanz in diesem Falle nicht gleichsam den Leiter macht, ohne einen Theil des galvanischen Fluidums den Muskeln mitzutheilen.

Eilfter Versuch.

Der Galvanismus wurde auf den muskulösen Theil des Zwerchfells und die Wirbelsäule gewendet und dadurch die Zusammenziehung bis an die Brust- und Zwischenrippenmuskeln bewirkt. Wurde derselbe an den sehnichten Theil des Zwerchfells geleitet, so erfolgte gar keine Zusammenziehung. Die dünnen Gedärme behielten ihre peristaltische Bewegung sehr lange. Chabert, Gaudine und Bonnet konnten sie selbst mit Beihülfe des galvanischen Reizes nicht bis in die

dicken Därme fortpflanzen; da freilich diese nicht mehr in der Bauchhöhle lagen, so wurden sie schon vermöge ihrer Schwere herunter gezogen.

Zwölfter Versuch.

Von allen Organen ist das Herz das einzige, welches ganz unempfindlich bey der galvanischen Reizung bleibt, selbst wenn ein Leiter direkt an dasselbe gehalten wurde. Der rechte Ventrikel wurde mit der Spitze des einen metallischen Leiters durchbohrt und es kamen Luftblasen aus demselben heraus, welche gleichsam einen röthlichen Seifenschaum bildeten. Das Herz war welk, weich, ausgedehnt und enthielt fast gar kein Blut mehr. Diese Erscheinung wurde vorzüglich von Chabert, Petit-Radel, Bonnet, Gaudine, Dubourg, Graperon und noch verschiedenen andern bemerkt.

Dreizehnter Versuch.

Die Zöglinge, vierzig bis funfzig an der Zahl, bildeten mit feuchten Händen eine galvanische Kette, wobey sie sich auf ganz trocknen Boden stellten. Ein Zögling von drey und zwanzig Jahren, dessen Hände weniger callös, als die der andern waren, fühlte fast gar keine

Erschütterung von den fünf Säulen; dahingegen die andern über unerträgliche stechende Schmerzen klagten. Auch nachher als er mit den Händen die entgegengesetzten Pole der Säule mit gut angefeuchteten Händen berührte, fühlte er nur sehr schwache Erschütterungen. Es würde gut seyn, dergleichen Erscheinungen von Menschen, die oft gegen die Elektrizität und den Galvanismus mehr oder weniger unempfindlich sind, zu sammeln und genauer zu untersuchen.

Ich gehe jetzt zu den Versuchen über, welche den achten prairial angestellt wurden. Aldini leitete die Versuche. — — Die Zahl der Säulen, die mit einander verbunden waren, war sechszehn, die Zahl der Plattenpaare 2,320 und noch 240 Scheiben von vier bis fünf Zoll im Durchmesser, welche in der Mitte durchbohrt waren; der Appart wirkte zuerst mit außerordentlicher Stärke. Folgende sind die hauptsächlichsten Versuche; mehrere andre über die thierische Oekonomie selbst, wird die Gesellschaft beannt machen.

Vierzehnter Versuch.

Eine Fuchsstute von sechs Jahren, welche sehr reizbar und lebhaft, seit drey Jahren rotzig

war, hatte, ehe sie nieder gelegt wurde (ich weiß hier abattue nicht anders zu übertragen) fünf und vierzig Pulsschläge, nachher fünf und funfzig und bey der Galvanisation sechzig. Herr Chaumantel, der den Puls am Schwanze untersuchte, bekam eine derbe Erschütterung.

Als das Ohr und das rechte Nasenloch in die Kette gebracht wurden, wirkte die erste Erschütterung außerordentlich auf das Thier; es zog sich heftig zusammen, schrie und lermte, welches die heftigsten Schmerzen anzeigte. Bey der zweiten Erschütterung entstanden beinahe schon Convulsionen, gleichfalls heftiges Geschrey und Nasenbluten, so daß das Galvanisiren wegen der starken Blutung aufhören mußte. Mehrere der anwesenden Herren bemerkten, daß die erste Ergießung des Bluts durch das Nasenloch erfolgte, in welchem der Leiter sich nicht befand. Vielleicht konnte aber auch der etwas spitze Leiter zu tief eingestoßen seyn, und es wäre deshalb besser gewesen, wenn die Erschütterung zuerst auf weniger irritable Theile geleitet worden wäre.

Die Stute wurde losgebunden, hob sich schnell auf, und wurde in den Stall geführt; doch schien es wirklich, als ob die Hinterfüße durch den Galvanismus sehr betäubt waren, denn

sie folgten sehr schwer, und es schien, als ob es dem Pferde viele Mühe machte. Was die Hämorhagie betrifft, so sage ich bloß, daß die Stute auf beiden Seiten rotzig war, daß folglich die Schleimhaut krank, geschwürig, und zum Theil zerstört war, daß wahrscheinlich die zahlreichen Blutgefäße derselben in mehrern Punkten verdünnt, und angefressen waren, so daß es sich vermuthen läßt, daß bey der geringsten Anstrengung des Pferdes früher oder später doch dieser Blutfluß erfolgt seyn würde. Der Herr Aboville bemerkte, daß die Blutflüsse in der dritten Periode dieser Krankheit häufig Statt fänden, daß die Stute schon in der vierten Periode sey, und vor der Anwendung des galvanischen Reizes noch keinen Blutfluß gehabt hatte.

Der Blutfluß dauerte noch zwey Stunden fort, kam des Nachts und den folgenden Tag wieder, so daß das Pferd dadurch sehr geschwächt wurde. Der Gang der Krankheit wurde dadurch beschleunigt, denn nach drey bis vier Tagen nahmen die Geschwüre der Nasenhöhle außerordentlich zu, und das Eiter schien sich in Jauche zu verwandeln.

Die Wirkung des galvanischen Reizes kann mit einer heftigen Bewegung verglichen werden, wodurch der Blutumlauf vermehrt, mehr Blut

dem Kopfe zugeführt wurde, so daß die vielleicht schon etwas desorganisirten Gefäße zerrissen, und das Blut durchfließen ließen.

Funfzehnter Versuch.

Ein ungarisches ausgedientes Pferd, achtzehn Jahre alt, hatte erst sechs und dreißig Pulsschläge beim Galvanisiren acht und funfzig in einer Minute; das Nasenloch und Ohr wurden angefeuchtet, und in die Kette gebracht, die Muskeln waren beinahe eben so reizbar, als die der Stute, doch die Beugemuskeln mehr als die Ausstrecker; das in das Nasenloch gegossene Salmiakwasser spritzte bey der fünften Erschütterung mit Heftigkeit wieder heraus. Die Augen waren immerfort convulsivisch; die Hautausdünstung sehr stark, das Athenhohlen schwer und tief.

Sechzehnter Versuch.

Die Nasenlöcher und der Mund wurde verstopft, und das Thier erstickte erst nach achtzehn Minuten. Ein brennendes Wachslicht, welches, ohne zu galvanisiren, von den Nasenlöchern gehalten wurde, bewegte sich nicht im geringsten, aber beim Galvanisiren sehr stark. Der Versuch schien noch nicht bestimmt genug; die Luftröhre wurde also entblößt, und ein halber Zirkel eines

Knorpels abgeschnitten, und jetzt löschte die Flamme bey jeder Schließung der Kette aus. Die Flamme war nach innen gerichtet, wenn sie aber verlosch, wurde sie erst auswärts getrieben, woraus also folgt, daß die Einathmung keinen so großen Einfluß auf die Flamme hatte, als die Ausathmung, welche bey jeder Schließung der Kette die Flamme auslöschte. Aldini schlug daher vor, statt des Lichts einen Pendel von einem Faden und einem kleinen Stückchen Papier anzuwenden; die Oscillationen fanden eben so Statt, als bey den mit der Flamme gemachten Versuchen, die Luftröhre wurde ganz von vorn nach hinten durchschnitten und zeigte dieselben Resultate; und alle diese Versuche lassen also mit Recht vermuthen, daß der Galvanismus durch seine Einwirkung auf das Zwerchfell die Brusthöhle ausdehnt und zusammenzieht, weil die Luft eingezogen und ausgestoßen wird. Folglich läßt sich auch erwarten, daß der Galvanismus bey Scheintodten von Nutzen seyn wird.

Siebzehnter Versuch.

Nachdem die Brust und Bauchhöhle geöffnet waren, wurden die Rückenmuskeln und nachher auch das Zwerchfell und die Nerven armirt und es zeigten sich deutliche Zusammenziehungen; wenn aber die Armaturen bloß an den Nerven

lagen

lagen und diese vom Muskel entfernt waren, so fand keine Zusammenziehung Statt. Der Zwerchfellnerve wurde losgetrennt und so isolirt, ungefähr zwey bis drey Zoll von seiner Insertion und man sah, wenn beide Leiter auf ihn, oder einer auf ihn und der andre auf das Zwerchfell gelegt wurden, mehr Vibrationen als eine wirklich starke Zusammenziehung.

Achtzehnter Versuch.

Der N. phrenicus wurde stark zusammengebunden, es fanden aber doch sowohl die Mittheilung des Fluidums, als auch die Zusammenziehungen Statt; dies scheint auf eine Ungleichheit des galvanischen und Nervenfluidums hinzudeuten, weil die Ligatur die Circulation des letztern verhindert.

Neunzehnter Versuch.

Nachdem beide Pferde enthauptet waren, wurden die Köpfe zusammengelegt, der zuletzt abgeschnittene machte einen noch viel schrecklichern Anblick als der erste, die Augen rollten in den Augenhöhlen herum, die Ohren spitzten sich, die Kinnbacken wichen auseinander und schlugen wieder zusammen. Der andere Kopf nahm nur schwächern Theil an diesen Erscheinungen. ——

Zwanzigster Versuch.

Der Kopf wurde mehrere Fuß vom Rumpfe entfernt und die galvanische Wirkung verbreitete sich so über das ganze Muskularsystem, als wenn das Thier noch lebte und beide Theile genau mit einander verbunden wären. Der Kopf wurde soweit entfernt, als es die Umstände erlaubten und war endlich drey und dreißig Schritte vom Rumpfe entlegen, es zeigten sich aber noch immer dieselben Resultate. Wie groß hätte die Entfernung wohl seyn müssen, um die Einwirkung und Verbindung des Galvanismus aufzuheben. — — — — — —

Paris den 15. Germinal XI.

Bonnet.

Die Erscheinungen der Unterbindung der Nerven wurden von Galvani und mir bis zum Jahre 1792 als eine der größten Schwierigkeiten gegen die aufgestellten Grundsätze der thierischen Elektrizität angesehen. Ich hatte in dieser Hinsicht viele Streitigkeiten auf dem anatomischen Theater der Universität Bologna und das Resultat derselben war: daß obgleich diese Schwierigkeit dem Anscheine nach von großem Gewichte sey, sie doch Galvanis Theorie nicht umstoßen könne. Ich

lade folglich diejenigen ein, welche die Erscheinungen bey der Ligatur für unerklärbar halten, die Theorie des Kreislaufs der thierische Elektrizität zu Rathe zu ziehen, welche Galvani in seinem letzten Werke, an Spallanzani aufgestellt hat. (Note des Verf. zum achtzehnten obiger Versuche.)

* * *

Brief vom Professor der Physik und Chemie M. Ferry an den Professor Aldini.

Paris 29sten prairial XI.

Sie haben von mir einen Abriß meiner Meinung, welche ich während Ihrer Reise nach England in einer gelehrten Gesellschaft über folgende Frage vorlegte, verlangt:

> Ist es zur Vermehrung unserer Kenntnisse über den Galvanismus und zur Aufstellung einer richtigen Theorie desselben erlaubt, Versuche an den Körpern der Menschen anzustellen, die durch das Ge-

setz verurtheilt und hingerichtet sind, und darf man an ihnen Versuche über die Muskelcontraktion anstellen?

Hier ist eine ganz kurze Beantwortung der Frage:

Ich behauptete damals und noch jetzt, daß wir in dem Zweifel, worinn wir uns doch über die Bestimmung des Punkts befinden, ob die Sensibilität in diesen Menschen schon erloschen ist, so lange sie sich noch gegen den galvanischen Reiz wirksam bezeigen, uns ähnlicher Versuche enthalten müssen, welche ich als ungerecht und unmoralisch dargestellt habe, weil sie die Strafe dieser Unglücklichen verlängern können. „Wir wollen jedoch, sagte ich, den Gelehrten, welche diese Versuche unternommen haben, Gerechtigkeit wiederfahren lassen; sie haben das eben Gesagte in dem Eifer ihrer Untersuchungen nur nicht berücksichtigt. — Ich habe zu ähnlichen Versuchen die Klasse der vierfüßigen Thiere empfohlen, welche in ihrer Organisation so sehr mit der unsrigen übereinkommen und wodurch wir zu demselben Zwecke gelanjen können.

Ich glaube, daß man mir nicht vorwerfen wird, als verbante ich dadurch alle ana-

tomischen Untersuchungen, weil die Zerschneidung der ganzen Glieder noch weit mehr Schmerzen verursachen müßte, denn ich bemerke bloß, daß bey den an Krankheiten gestorbenen Menschen die Reizbarkeit und Lebenskraft schon so geschwächt ist, daß sie nach vier und zwanzig Stunden gewiß ganz erloschen ist; die Hingerichteten haben aber noch volle Lebenskraft und folglich auch vielleicht noch Sensibilität, welche man den andern aber gar nicht zuschreiben kann.

Indem ich mich den Versuchen widersetze, welche Neugierde und Wißbegierde an Hingerichteten unternehmen können, so will ich doch gar nichts dadurch gegen die Versuche an Scheintodten gesagt haben; denn wenn alle Mittel angewendet sind, um ihn ins Leben zurückzubringen, so kann man sehr wohl durch Entblößung eines Muskels und Nerven die galvanischen Versuche machen, welche die Vernunft und Menschlichkeit befehlen.

Anmerk. So lange es noch nicht bewiesen ist, daß wirklich noch Sensibilität nach der Enthauptung u. s. w. Statt findet, und das ist es jetzt doch noch wirklich nicht, so lange gelten die Gründe des Herrn Ferry gar nichts; und sollte auch wirklich die Fortdauer der Sensibilität bis zu einem

gewissen Zeitpunkte noch erwiesen seyn, so fragt es sich dennoch erst, ob es wirklich so äußerst unmoralisch sey, die Qual des Hingerichteten auf eine kurze Zeit zu verlängern, wenn man dadurch reellen Gewinn für die Wissenschaft bezwecken kann.

M.

* * *

Nachricht an den Professor Aldini von Gaudine, Professor der Thierarzneischule zu Alfort.

Den 13ten Messidor des 11ten Jahrs wurde ich gerufen, um einen jungen Menschen zu galvanisiren, der beim Tränken von vier Pferden in der Marne verunglückt war.

Nach den mir gegebenen Aussagen mochte der Mensch eine halbe, ja dreiviertel Stunden im Wasser gelegen haben, ehe er herausgezogen wurde; seit einer Stunde verwendete man schon vergebens alle Hülfsmittel der Kunst, Reibungen, Räucherungen, Einblasen der Luft, sogar hatte man mehrere Venen geöffnet. Bedeutende Contusionen, und Blutergießungen auf dem Kopfe und an andern Stellen schienen fast zu beweisen, daß der Unglückliche mehr an den

Schlägen, welche er von den Pferden erhalten hatte, gestorben, als wirklich ertrunken sey; alles zeigte deutlich, daß keine Hoffnung zur Wiederbelebung Statt habe.

Zwey Stunden nach dem Fall ins Wasser wendete ich eine Säule von sechzig Plattenpaaren an, welche ich in aller Eile aufrichtete, die bey diesen Umständen nöthig war, eigentlich mehr zum Versuche, als in der Hoffnung, ihn noch zu retten. Die Säule wurde am Kopfe des Kranken auf ein Isolirbret gestellt, sie wirkte wegen der geringen Anzahl der Platten und des flüchtigen Aufstellens nur schwach. Ein metallischer Leitungsdrath, der vom untern Ende der Säule abging, wurde unter die linke Achsel, und der andre in das linke Nasenloch derselben Seite vom obern Säulenende gebracht. Bey jeder Berührung zogen sich die Muskeln der Augenlieder, der Lippen und des Gesichts bemerklich zusammen; der linke Arm zog sich zurück, jedoch schien der übrige Körper sich nicht zusammenzuziehen. Ich veränderte also die Stellung des Apparats; der After und der Larynx wurden jetzt in die Kette gebracht; bey der ersten Berührung zogen sich alle Muskeln des Gesichts zusammen, und aus der Nase flossen zwey Strahlen schaumigter Flüssigkeit, woran ich erkannte, daß das Zwerchfell Theil an

dieser Wirkung genommen hatte; durch den After ging auch Darmkoth ab. Ich wiederhohlte die Berührungen, welche stets mit den nämlichen Erscheinungen begleitet waren; aber die abnehmende Wirkung der Säule und die unnützen Versuche zur Wiederbelebung machten, daß ich die galvanische Einwirkung beendigte, welche ich aber, in Zeiten angewendet, mit Aldini für eins der besten Mittel halte, alle Ertrunkenen durch gleichzeitige Anwendung aller Vorsichtsregeln zu retten. Diese Versuche sind ohne Zweifel das höchste Ziel der Kunst und die Bestimmung dieser Frage muß nothwendig die Aufmerksamkeit jeder weisen und aufmerksamen Regierung auf sich ziehen. —

* * *

Brief von Christoph Pegg, Professor der Anatomie; über einige neulich zu Oxford wiederhohlten Versuche des Professor Aldini. Aus dem Englischen übersetzt.

Oxford d. 20sten Decbr. 1802.

Ich habe mit vielem Vergnügen die Versuche bey meinen öffentlichen Vorlesungen unternommen, welche sie bey Ihrer Anwesenheit hieselbst die Güte hatten, mir mitzutheilen. Ich sah

mit einer Säule von achtzig Zink- und Kupferplatten sehr starke Zusammenziehungen, selbst wenn der Kopf etwas vom Rumpfe entfernt und der Zwischenraum des Tisches nur mit Salzwasser benetzt war.

Ich versuchte gleichfalls Ihre interessanten Beobachtungen über einen ganz thierischen Bogen, indem ich meinen Finger in die Wirbelsäule eines Hundes und Kaninchens steckte, so daß ich das Rückenmark berührte, und in der rechten Hand hielt ich einen Frosch, der nach Ihrer eignen Vorschrift präparirt war. Mit diesem berührte ich die innere Fläche des Thorax des Thieres, so daß der Theil des Rückenmarkes des Frosches, von welchem die Nerven nach den untern Extremitäten abgehen, die Seitenfläche des Thorax berührten, und es zogen sich bey der Berührung die Schenkelmuskeln des Frosches beträchtlich zusammen. Ich hatte meine Hände u.s.w. vorher erst mit einer starken Salzauflösung befeuchtet. Wir versuchten alsdann das Herz erst in der Lage und dann losgetrennt mit der Säule zusammenzuziehen, und ich gestehe, daß dies in einem geringen Grade Statt zu finden schien. Wir waren alle sehr aufmerksam auf die Bewegung des Herzens und vorzüglich des rechten Herzohres, da der Leiter mit dem rechten Ventrikel in Verbindung gesetzt war.

Dr. Bankroft, Price und mehrere andre Freunde versuchten die Leitungsfähigkeit der Flamme; bey der Berührung der Flamme fand keine Wirkung Statt; aber wenn ein metallischer Leiter durch den Weingeist ging, oder den silbernen Löffel berührte, in welchem dieser brannte, so zeigten sich die Zusammenziehungen wie gewöhnlich.

* * *

Aldini an den Prof. Vassalli-Eandi zu Turin.

Paris 28. thermidor XI.

Ihr Brief vom 17ten floreal XI. bereichert die Theorie des Galvanismus mit sehr interessanten Versuchen. Ich habe in meinem Werke die Eigenschaft erwähnt, welche ich Ihnen vor meiner Abreise nach Frankreich mittheilte, nämlich, daß der Galvanismus Theile der Körper, aus welchen er sich entwickelt, oder durch welche er geht, mit sich fortnimmt, und ich freue mich, Ihre in Verbindung mit dem berühmten Chemiker Giobert gemachten Entdeckungen kennen zu lernen. Ich wiederhohle jetzt mit einem Platinadrath die in Italien mit übersilbertem Kupferdrathe angefangenen Versuche,

und ich bin überzeugt, daß das erste Metall mir genügendere Resultate geben wird; denn wenn die Kalke der in der Säule befindlichen Metalle sich an verschiedenen Stellen des Platinabogens absetzen, so kann man den oxidirten Ueberzug der Platina auch nicht mehr auf Rechnung des Galvanismus schieben.

Dieses Resultat gewinnt noch dadurch an Wichtigkeit, wenn wir die einfache Wirkung der thierischen Elektrizität betrachten; denn wenn der Galvanismus, bey seinem Uebergange von den Nerven zum Muskelsysteme, verschiedene thierische Substanzen aus den Organen, auf welche er wirkt, mit sich fortnimmt, so könnte man in der Physiologie einst viele Erscheinungen erklären, für welche bis jetzt bloß hypothetische Annahmen aufgestellt sind. Noch ist zu bemerken, daß das galvanische Fluidum, welches im Anfange keine Veränderung in den thierischen Flüssigkeiten zu bewirken scheint, durch öfters wiederhohlten Einfluß so bewunderungswürdig auf dieselben einwirkt. So bringt also eine an und für sich selbst schwach scheinende galvanische Kraft große Wirkungen hervor, wenn sie längere Zeit auf die Substanzen wirken kann. Mit den Wirkungen einer einfachen Elektrisation, ja selbst mit den Erscheinungen einer elek-

trischen Flasche, kann man, meiner Meinung nach, diese Wirkungen nicht vergleichen.

Es sey mir jetzt erlaubt, Ihnen und Ihren Herren Collegen von verschiedenen, den Galvanismus betreffenden, Gegenständen Nachricht zu geben, und ich werde mich bemühen, gerade diejenigen auszuwählen, welche für Ihre Untersuchungen Ihnen die interessantesten sind.

Den Apparat des Herrn Allizeau, welchen ich Ihnen speciell beschreiben soll, besteht aus zusammengelötheten Kupferzinkplatten, im Umfange mit einem platten Metallringe, der mit einem Firniß überzogen und eingefaßt ist. Zwischen jedes Plattenpaar wird ein Ring von Porcellain oder Fajence gelegt, worinn fein gepulvertes Salz gethan wird. Das Salz wird so angefeuchtet, daß das Wasser den Zwischenraum seiner Crystallen vollkommen ausfüllt. Dies Salzwasser berührt also eben so, wie unten die Zinkplatte, auf welcher es ruht, auch die obere Kupferplatte, und der Zugang der Luft ist so viel wie möglich abgehalten. Da das Salzwasser, ohne den hier bestmöglich abgehaltenen Zutritt der Luft, wenig Wirkung auf das Kupfer äußert, so ist die Oxidation der Metallplatten äußerst unbedeutend. Bey einer flüssigen Salz- oder einer Salmiakauflösung findet nach Alli-

zeau's Beobachtungen eine Verschiedenheit Statt. Er hält ferner das Küchensalz für das beste medium. Der übrige Theil des Apparats ist von den gewöhnlichen nicht verschieden.

Die Commissarien des Nationalinstitus haben diese Säule mit einer gewöhnlichen gleichfalls aus vierzig Paaren bestehenden verglichen, die ziemlich auch einerley Durchmesser hatten. Die Wirkung war dem Grade nach zwar einerley, jedoch der Dauer nach in so weit verschieden, daß die Platten der ersten unter gleichen Umständen weniger oxidirt waren, als dies gewöhnlich der Fall ist. Dieser Apparat wirkte drey und funfzig Tage, und seiner Kraft nach zu schließen, hätte er noch viel länger gewirkt. Wenn der Apparat anfängt, schwach zu wirken, so darf man ihn nur mit frischem Wasser anfeuchten. Sie werden darin viele Aehnlichkeit mit den von mir beschriebenen Säulen bemerken. Durch weitere Versuche vereinfachte sie Herr Allizeau noch mehr. Er ließ convex concave Schaalen von Kupfer und Zink machen, füllte sie mit fester Salzauflösung und richtete sie auf. Man sieht sogleich, daß die Berührung so vollkommen seyn muß, als man sie nur verlangen kann, und daß die äußere Luft nur auf die Ränder an den Stellen wirkt, die weit von den eigentlichen Berührungspunkten der obern Kupferplatte mit

dem Salze entfernt sind. Diese Säule wirkte, mit der andern verglichen, dieselben Vortheile; die Anfeuchtung geschieht leichter, und sie ist auch nicht so kostbar.

Wenn die Gränzen eines Briefes es mir erlaubten, so würde ich sehr gerne ins Detail über die Construction der galvanischen Apparate eingehen. Der Umgang mit den vielen inn- und ausländischen Gelehrten hat mir hierüber viel Licht verbreitet; ich habe den süperben Apparat des Herrn Pepys in London bewundert, welcher mir bey meinen Versuchen auf den anatomischen Sälen des Hospitals Guy und St. Thomas assistirte. Sein Apparat besteht in zwey großen galvanischen Wannen, welche sich um Zapfen drehen, und alle Metalle außerordentlich schnell verbrennen. Es ist ein sehr sinnreicher doppelter Trichter dabey, um mehrere Zellen dieser Wannen zugleich zu füllen. (Man sehe die Abbildung in Voigt's Magazin für die Naturkunde 1804.) Bey dieser Gelegenheit sah ich in seinem Laboratorium eine stählerne Luftpumpe von einer ganz neuen Bauart, welche er nächstens selbst beschreiben wird. Ich höre, daß man auch in Rußland sehr große Apparate erbaut hat, und erwarte begierig die Resultate der Versuche der Nordischen Physiker,

um sie in meiner Geschichte des Galvanismus bekannt zu machen.

* *

Man hat neuerdings, statt der Salzauflösung, in Galle getauchte Tuchlappen angewendet, und versichert, daß die Wirkung der Säule sehr stark seyn soll. Ich glaube, daß sich der Unterschied am sichersten bestimmen lassen wird, wenn man verschiedene Säulen unter übrigens gleichen Umständen mit verschiedenen Flüssigkeiten errichtet. Einige Versuche in dieser Hinsicht habe ich mit dem Tassenapparate unternommen, wo ich die Tassen mit verschiedenen thierischen Flüssigkeiten anfüllte. Herr Dumotiez hat mir gesagt, es sey das weiße Tuch zur Errichtung der Säule den andern Farben vorzuziehen, weil die mit weißem Tuch belegten Platten am wenigsten oxidiren, welches doch ein wirklicher Vortheil ist. Mr. Fortin hat mir eine Methode gezeigt, die Zink- und Kupferplatten zusammenzufügen, ohne sie zu löthen. Ich habe bey Robertson eine Säule aus Silberplatten, schwarzem Oxid (oxide noir) und Braunstein gesehen, und bey Craperon einen sinnreichen Apparat, dessen er sich bedient, um den galvanischen Strom durch verschiedene thierische Flüssigkeiten zu leiten, ohne daß die metallischen Bogen mit denselben in Berührung kommen.

In Amerika cultivirt man den Galvanismus außerordentlich stark *).

* * *

Bericht über einige galvanische Versuche mit der Platina, an den Herrn Ritter Nikolaus Azzara, Königl. Spanischem Ambassadeur bey der französischen Republik.

Die Schwierigkeit, die Platina den verschiedenen Metallen, welche die Säule ausmachen, zu substituiren, ist bis jetzt ein Hinderniß der Vervollkommung unsrer Kenntnisse über den Galvanismus gewesen. Ew. Exz. haben Ihr Interesse, welches Sie an den Fortschritten der Wissenschaften nehmen, bey dieser Gelegenheit gezeigt,

*) Hier folgt erst eine Nachricht von Priestley's Versuchen, die schon in Gilberts Annalen der Physik 1802 abgedruckt ist, und dann eine kurze sehr unvollständige Nachricht von unserer deutschen Litteratur und den Beschäftigungen unsrer Gelehrten mit dem Galvanismus, die ich gewiß mit vollem Recht übergehen darf.

M.

gezeigt, indem Sie mir Platina zu meinen Untersuchungen verschafften. Ich gebe Ihnen hier die Resultate der Untersuchungen mit meinem Apparate, der durch Zwischenlegung eines nicht oxidirenden Metalls viel an Genauigkeit gewonnen hat. Der berühmte Chemiker Vauquelin öffnete mir sein Laboratorium und der geschickte Künstler Gennety stand mir eifrigst in meinen Versuchen bey.

Wir haben verschiedene Mischungen, zuerst von neun Theilen Kupfer und einem Theil Platina, und endlich, nach verschiedenen Veränderungen, von drey Theilen Kupfer und einem Theil Platina gemacht, um ein Metall zu bekommen, welches sich hämmern ließe, ohne sich zu oxdiren; aber trotz allen unseren Bemühungen konnten wir diese beiden Eigenschaften nicht vereinbaren, denn war zu wenig Platina in der Mischung, so oxidirte sie sich, und war zu viel darinn, so konnte sie nicht gehämmert werden, ohne zu springen. Gennety rieth zur Vervielfältigung und Modificirung der Versuche, indem man stärkere Hitze länger anwendete, oder indem man die Verhältnisse der matallischen Substanzen so lange veränderte, bis man endlich eine dehnbare und schwer oder gar nicht oxidirende Masse erhalte. In Erwartung der Versuche des Herrn Genne-

ty über diesen Gegenstand, ließ ich mir von ihm funfzig reine Platinaplatten verfertigen, um diese willkührlich mit andern Metallen verbinden zu können. Vauquelin und ich haben folgende Versuche mit diesem Apparate unternommen.

1. Der Galvanismus einer Säule aus funfzig Platina- und Zinkplatten mit Kochsalzauflösung war sehr schwach. Mit verdünnter Salpetersäure erfolgte etwas stärkere Wirkung, doch war sie gegen eine gewöhnliche Silber- oder Kupfer-Zink Säule sehr schwach. Um gleiche Verhältnisse zu haben, habe ich in den folgenden Versuchen immer verdünnte Salpetersäure angewendet.

2. Mit Silber und Platina zeigte sich die Wirkung der funfzig Plattenpaare sehr schwach und fast nur nach Entblößung der Oberhaut an der Hand merklich; die Elektrometer mit Condensatoren, welche wir anwendeten, zeigten sehr geringe Abweichungen.

3. Funfzig Platina- und funfzig Kupferplatten gaben mit Hülfe des Condensators eine sehr starke Erschütterung und merkliche Elektri-

zität, doch wirkte die Platina, mit weißen Blechplatten verbunden, noch stärker.

4. Um die Platina und den Zink aus der Säule zu entfernen, setzte ich die Säule diesmal aus Kupfer und weißem Blech zusammen mit der gewöhnlichem Auflösung; die Wirkungen waren merklicher als in der vorigen Verbindung, nicht allein am Condensations-Elektrometer, sondern auch am thierischen Körper, denn schon bey dreißig Platten erhielt man eine Erschütterung und einen hellen Blitz.

Diese Versuche veranlassen mich, mich in einem schon von den Physikern vorgetragenen Streit zu mischen, nämlich: ob die Wirkungen der Säule als ein Produkt chemischer Verbindungen angesehen werden müssen? Unsre Versuche scheinen für die bejahende Antwort dieser Frage zu stimmen. Wir wollten unsre Vermuthungen bestätigen und nahmen deshalb eine Auflösung, welche auf das Silber und die Platina zugleich wirken konnte, nämlich mit Wasser verdünnte Salpeter- und Salzsäure. Die Wirkung dieser Säule war viel stärker als die, wo man die bloße Salpetersäure angewendet hatte, welche bloß das eine Metall angriff. Die Verschieden-

heit der Wirkung zeigte sich deutlich durch die größere Divergenz des Elektrometers.

Diese Versuche stimmen mit denen vollkommen überein, welche ich im Königl. Spanischen Collegium zu Bologna anstellte, welche meine Untersuchungen sehr begünstigte und mir Gelegenheit gab, galvanische Versuche mit Gold anzustellen.

5. Ich errichtete verschiedene Säulen von zehn, zwanzig bis funfzig Plattenpaaren mit Kochsalzsolution aus Gold und Silber, aber es zeigte sich gar keine Wirkung. Nahm ich statt des Silbers Zink, so erfolgte sie sogleich, obgleich sich nur das Zink oxidirte; das Gold war nicht neugemünztes, sondern es waren alte Medaillen, welche sehr wenig Zusatz haben und deshalb oxidirte es sich auch nicht.

6. Ich verschloß mehrere Säulen aus Gold- und Silberplatten und nachher Säulen, in welchen, wie gewöhnlich, das Zink eine Stelle einnahm, unter Glasglocken; bey den erstern war keine Veränderung der Luft um den Apparat wahrzunehmen und eine nach zwey Tagen eingebrachte brennende Kerze verlöschte nicht; da-

hingegen aber bey den mit Zink errichteten Säulen die gewöhnlichen Resultate Statt fanden.

7. In den vorigen Versuchen wendete ich statt des Salzwassers eine andre Auflösung an, welche auf das eine Metall in der Säule wirken konnte. In die Säule von Gold und Silber brachte ich verdünnte Salpetersäure, welche zwar die Metallplatten nicht zersetzte, sich aber doch wirksam auf dieselben bezeigte. Unter diesen Umständen gab eine Säule von funfzig Gold- und Silberplatten eine kleine Erschütterung, die aber nur an einer exkoriirten Stelle der Hand wirksam war.

Wenn diese Versuche stets mit einer gleichen Anzahl von Platten von demselben Durchmesser und derselben Dicke durch die ganze Reihe der Metalle, unter übrigens gleichen Umständen, angestellt würden, so würden wir eine tabellarische Uebersicht über die verschiedene Leitungsfähigkeit der Metalle und ihrer Wirksamkeit zur Entwickelung des Galvanismus erhalten. Durch Untersuchung der Platten mit dem Condensator und durch die geringere oder größere Absorbtion einer bestimmten Menge Sauerstoff, so wie endlich durch Bestimmung der verschiedenen Gasentwi-

ckelung ließen, sich diese Versuche, ihren Resultaten nach, mit der größten Genauigkeit bestimmen. Auf jedem Falle müssen aber alle Metalle untersucht werden, um die jetzt noch unvollständige Stufenleiter zu vervollkommnen, man konnte selbst die vermischten Metalle, das Messing, das Glockenmetall und das von Chenevix entdeckte Palladium (oder Pallasium) *), die Schwefel- und Eisenkohlen, die gemeinen Kohlen und den Schiefer untersuchen. Solche Versuche lassen sich aber ohne große Kosten nicht anstellen und es muß daher eine gelehrte Gesellschaft zur Unternehmung derselben zusammentreten. Was die Platina anbetrifft, so halten Herr Vauquelin und ich es für zweckmäßig, in Rücksicht auf den hohen Preis dieses Metalls und der Schwierigkeit, es sich zu verschaffen, Platten von verschiedenen Metallen mit Platina zu plattiren. (Sollte hierdurch aber nicht Unzuverlässigkeit in den Resultaten

*) The effects of galvanic electricity upon palladium were the same as upon gold and silver. No oxidizement of the substance took place, but oxygen gas was emitted, during the whole, time it formed a part of the galvanic cercle in action. — Enquiries concerning then nature of palladium by Richard Chenevix. London: 1803.

entstehen? M.) Herr Pictet, den ich mehrere in meinem Werke enthaltene Versuche vorlegte, ermunterte mich zu diesen Untersuchungen auf. Herr Gennety zeigte mir seine Versuche in dieser Hinsicht, unter andern eine Kapsel von Kupfer mit Platina plattirt, in welcher Herr Vauquelin concentrirte Säuren sehr erhitzt hatte, ohne daß sich Kupfer auflößte. Der berühmte Guyton-Morveau besitzt in seinem Kabinet, welches sehr reich an Platina, Gefäßen ist, plattirte Platina-Löffel und deshalb glaube ich auch, daß solche Platten verfertigt werden können. Gennety ist jetzt mit Verfertigung eines solchen Apparats für mich beschäftigt, mit welchem ich Versuche in Italien anstellen werde.

Ich bin durch Unterhaltung mit geschickten Künstlern über das Platina auf eine neue Anwendung dieses Metalls gekommen, welche, obgleich sie keinen Bezug auf den Galvanismus hat, ich hier anführen will. Le Noir zeigte mir eine Compensations-Pendeluhr von seiner sehr sinnreichen Erfindung und zu gleicher Zeit ein Platinagewicht (etalon du métre en platine). Dies führte uns zu einer langen Unterhaltung über die Ausdehnbarkeit des Glases, welcher der Platina gleichkomme. Das

Pyrometer, welches Guyton-Morveau dem Nationalinstitute vorlegte, unterstützte meine Idee. Ich ließ deshalb ein Thermometer mit der Scala auf Platina machen, weil man auf diese Weise die gewöhnliche Unbequemlichkeit vermeiden kann, daß die Grade der Ausdehnung der Flüssigkeit in dem Thermometer nicht mit den an der Scala verzeichneten übereinstimmen. In Florenz pflegt man deshalb die Scale gleich auf das Glas selbst zu machen; dies mag nun aber mit einer Maschine oder mit der Flußspathsäure geschehen, so kann man nie so genaue Unterabtheilungen als auf einer Platinaplatte machen, welche man auch noch in die stärksten Säuren tauchen kann, ohne daß es aufgelöst wird.

Le Noir billigte diese Idee und ich ließ sie sogleich von Herrn Gennety ausführen, welcher mir sagte, daß er schon eine ähnliche Commission von Herrn Proust aus Spanien erhalten habe. — — — — — — —

Um auf meinen Gegenstand zurückzukommen, will ich hier die Resultate angegeben, welche ich mit Herrn Vauquelin über die Leitungsfähigkeit verschiedener chemischer Produkte, in Hinsicht des Galvanismus, erhalten habe.

Wir untersuchten den Schwefeläther, welcher den Galvanismus niemals durchließ, der Weingeist und die Schwefelsäure; jedes besonders, verhielten sich fast eben so. Aus einer geistigen Opiatauflösung schlug sich das Opium nieder.

Bey dieser Gelegenheit untersuchten wir noch den von Dumotiez zur Prüfung der Wirkung des Galvanismus auf verschiedene Gasarten angegebenen Apparat. Die Glocke wurde mit kohlensaurem Gas angefüllt und mit einer Säule von funfzig Zink- und Silberplatten verbunden. Die Wirksamkeit der Säule zeigte sich täglich bey der Untersuchung bis zum fünften Tage. Dieser Versuch wurde in den heißesten Tagen angestellt und gab mit denen von Biot, Cuvier und mir in dem luftleeren Raum und mehrern Gasarten gleiche Resultate.

Wir versuchten endlich drey Säulen, die eine aus vier Platina- und vier Kupferplatten; die zweite aus eben so vielen Silber- und Platinaplatten und die dritte aus vier Platina- und vier Weißblechplatten. Diese Säulen wurden mit Recipienten von einem Zoll im Durchmesser, und acht Zoll Höhe bedeckt, so daß sie auf der pneumatischen Wanne ganz von der atmosphärischen Luft abgesondert standen. Achtzehn Stunden nachher hatten alle

schon etwas Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft absorbirt, die erste aber weit mehr als die beiden andern. Man sollte diese Versuche mit stärkern Säulen fortsetzen und die Metallverbindungen wechseln. Indessen sey es mir erlaubt, jetzt einige allgemeine Bemerkungen über die schon beschriebenen Versuche zu machen.

Wenn Salze von verschiedener Beschaffenheit und mehr oder weniger verdünnte Säuren im Stande sind, die Wirkung einer aus verschiedenen Metallen bestehenden Säule zu vermehren, oder zu vermindern, je nachdem sie heterogener, wie Zink und Silber, oder homogener, wie Silber und Platina, sind; so scheint es, daß in ähnlichen Fällen die Physiker, ohne Rücksicht auf die Heterogenität der Metalle, zu verschiedenen feuchten Zwischenkörpern übergehen müssen. Diese Art von Untersuchungen, welche an sich selbst ganz neu ist, verbreitet viel Licht über die galvanischen Wirkungen der Metalle, je nachdem sie durch ein Salz oder eine Säure in Thätigkeit gesetzt werden. Man nehme z. B., daß eine Säule, aus zwanzig Silber-Zinkplatten bestehend, die mit Kochsalzauflösung errichtet ist, zehn Grad Elektrizität zeigt; eben dieselben Platten mit verdünnter Salpetersäure gäben aber sechzehn Grad Elektrizität, so folgt daraus, daß, obgleich die

Metalle die vorzüglichsten Agentien der Elektrizität sind, ihre Thätigkeit doch auf verschiedene Weise durch die Salze und Säuren entwickelt wird.

Es ist eben so gewiß ausgemacht, daß die größere oder geringere Oxidation auch die Wirkungen der Elektrizität vermehrt oder vermindert, und daß folglich eine Veränderung Statt findet, wenn die Oxidation, statt auf beide Metalle zu wirken, nur auf eine thätig ist. Kochsalzauflösung wirkt bloß auf den Zink, und erregt nur zehn Grad Elektrizität, Salpetersäure wirkt auf Zink und Silber, und erregt sechzehn Grad, so daß also die sechs Grad mehr der Oxidation des Silbers (oder der stärkern Oxidation des Zinks, M.) zugeschrieben werden müssen. Nun kommt es noch auf die verschiedene Dauer der Wirksamkeit der Säulen an (und hier findet sich durch Versuche bestätigt, daß die schwächer wirkende länger wirkt. M.). Doch dem sey wie ihm wolle, so ist doch die Verschiedenheit des Einflusses verschiedener Flüssigkeiten unleugbar und also dadurch bewiesen, daß die Flüssigkeiten nicht bloß als leitende, sondern als die Oxidation befördernde Körper angesehen werden müssen. — — — — — —

* * *

Schlußanmerkung.

Ich erhielt nach Beendigung meiner Arbeit mehrere Notizen, welche ich hier gern noch mitgetheilt hätte. Ich erfuhr, daß Herr Pages und d'Hombres neulich einen Idioten durch den Galvanismus vollkommen geheilt haben; welches als eine neue Hoffnung zum glücklichen Erfolg der von mir angegebenen Behandlung der melancholischen Geistesverwirrung anzusehen ist. Herr Dr. Orsted hat mir Nachrichten von seinem neu erfundenen Apparate und von dem Fortgange des Galvanismus in Dännemark gegeben. Massuyer, Professor in Strasburg, schreibt mir in seinem Briefe vom 1. thermidor XI. einige Erfahrungen zur Entwickelung der Erscheinungen der thierischen Oekonomie. Er glaubt, daß es wenig Umstände gebe, wo eine Flüssigkeit (fluide), mit einer andern Flüssigkeit (liquide) in Berührung gebracht, nicht eine Bewegung des elektrischen Fluidums oder eine Veränderung im Gleichgewicht desselben hervorbringen sollte, und er glaubt ferner, daß alle Saturationen gleichfalls von elektrischen Bewegungen begleitet sind, daß ferner die Wasser- und Sauerstoff entwickelnde Fähigkeit, ja selbst die Alkalescenz oder Acescenz gewisser Substanzen von einer besondern Kraft dieses Fluidums

herrühren. — Mongiardini und Mojon sind jetzt zu Genua mit der Anwendung des Galvanismus in verschiedenen Krankheiten beschäftigt, und wollen auch den Einfluß des Galvanismus auf die Vegetabilien untersuchen. — Vassalli und Giobert zu Turin beschäftigen sich mit der Wasserzersetzung und andern physisch = chemischen Erscheinungen. Dumas verspricht mir in einem Briefe vom 10. thermidor XI. eine Abhandlung über den Galvanismus, als Hülfsmittel der Physiologie und als Heilmittel verschiedener Krankheiten betrachtet. Diese Abhandlung soll von einem Briefe über den Galvanismus überhaupt und über meine Versuche insbesondere begleitet seyn. Ich behalte mir vor, zu einer andern Zeit diese Abhandlungen dem Publikum vorzulegen, da ich jetzt durch wichtige Geschäfte und durch die Nothwendigkeit, in mein Vaterland zurückzukehren, an der Fortsetzung meiner Untersuchungen verhindert werde.

Aldini. 2. 4te B.

Tab. II Fig. 1
Tab II. Fig. 4.
Tab II. Fig 3.
Tab. III. Fig. 4.
Tab III Fig. 5.
Tab. III. Fig. 2.
Tab. III. Fig. 3.
Tab. III Fig 1
Tab II Fig. 2.
Tab III. Fig. 6.
Tab. III. Fig. 7.
Tab. III. Fig. 8.
Tab. III Fig. 9.
Aldini. 2te B.

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Aldini, Giovanni,

Theoretisch-praktischer Versuch über den Galvanismus Mit einer Reihe von Experimenten, welche in Gegenwart der Commissarien des National-Instituts und in verschiedenen anatomischen Sälen in London angestellt wurden
Bd.: 2

Leipzig (1804)

Phys.sp. 10-1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11303512-5